



TUGAS AKHIR – TI141501

PEMODELAN KONSEP INTEGRASI *MAINTENANCE COST-OPERATION COST, REVENUE & INVESTMENT (MORI)* SELAMA *LIFE CYCLE* SUATU *RELIABILITY BASED ASSET* DENGAN MEMPERTIMBANGKAN KETERKAITAN ASPEK *MAINTENANCE* DAN OPERASI SERTA *UNCERTAINTY* PADA ASPEK *MAINTENANCE*

DEO DENADA WOLLAH

NRP 2512100030

Dosen Pembimbing:

Yudha Andrian Saputra, S.T., MBA

NIP. 198203122005011002

Jurusan Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2016



FINAL PROJECT – TI141501

**CONCEPT DEVELOPMENT OF MAINTENANCE COST, OPERATION
COST, REVENUE & INVESTMENT (MORI) INTEGRATION FOR THE
ENTIRE LIFE CYCLE OF RELIABILITY BASED ASSETS BY
CONSIDERING THE RELATION BETWEEN MAINTENANCE AND
OPERATION AND THE UNCERTAINTY IN MAINTENANCE ASPECT**

DEO DENADA WOLLAH

NRP 2512100030

SUPERVISOR:

Yudha Andrian Saputra, S.T., MBA

NIP. 198203122005011002

Department of Industrial Engineering

Faculty of Industrial Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2016

LEMBAR PENGESAHAN

**PEMODELAN KONSEP INTEGRASI MAINTENANCE COST-
OPERATION COST, REVENUE & INVESTMENT (MORI) SELAMA LIFE
CYCLE SUATU RELIABILITY BASED ASSET DENGAN
MEMPERTIMBANGKAN KETERKAITAN ASPEK MAINTENANCE DAN
OPERASI SERTA UNCERTAINTY PADA ASPEK MAINTENANCE**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

Program Studi S-1 Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Oleh :

DEO DENADA WOLLAH
NRP 2512 100 030

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :



Yudha Andrian Saputra, S.T., MBA

NIP. 198203122005011002



PEMODELAN KONSEP INTEGRASI *MAINTENANCE COST-OPERATION COST, REVENUE & INVESTMENT (MORI)* SELAMA *LIFE CYCLE* SUATU *RELIABILITY BASED ASSET* DENGAN MEMPERTIMBANGKAN KETERKAITAN ASPEK *MAINTENANCE* DAN OPERASI SERTA *UNCERTAINTY* PADA ASPEK *MAINTENANCE*

Nama Mahasiswa : Deo Denada Wollah
NRP : 2512100030
Pembimbing : Yudha Andrian Saputra, S.T., MBA

ABSTRAK

Berbagai penelitian telah dilakukan terkait konsep *Total Cost of Ownership* untuk pengelolaan aset. Salah satu penelitian yang dilakukan Chowdhury dan Raghavan menawarkan sebuah *framework* yang menghubungkan keandalan dan analisa ekonomi sebuah aset selama *life cycle* dengan tipikal aset yang diteliti adalah *Reliability Based Asset*. Di sisi lain, aset dapat berperan sebagai *revenue generator*. Penelitian ini akan mengembangkan model yang menyempurnakan model yang dikembangkan oleh Chowdhury dan Raghavan dengan mengakomodasi keterkaitan pada komponen-komponen biaya dan *revenue* serta mempertimbangkan faktor *uncertainty* terkait fungsi keandalan. Langkah pada penelitian ini dimulai dari pengembangan model konseptual Model Integrasi MORI. Kemudian dilakukan pengembangan model simulasi yang nantinya akan diujikan pada sebuah *dataset dummy*. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui cara kerja dari model konseptual yang telah dibuat. Setelah itu akan dilakukan analisa terkait model konseptual. Analisa yang dilakukan adalah mengenai apakah Model MORI yang sudah dibuat sudah dapat mengakomodasi keterkaitan-keterkaitan antara komponen-komponen biaya dan *revenue*, serta mengakomodasi *uncertainty* pada fungsi *failure*-nya.

Kata Kunci : biaya *maintenance*, biaya operasi, biaya investasi, *revenue*, integrasi, keterkaitan, *uncertainty*, *reliability based asset*, *revenue generator*

**CONCEPT DEVELOPMENT OF MAINTENANCE COST, OPERATION
COST, REVENUE & INVESTMENT (MORI) INTEGRATION FOR THE
ENTIRE LIFE CYCLE OF RELIABILITY BASED ASSETS BY
CONSIDERING THE RELATION BETWEEN MAINTENANCE AND
OPERATION AND THE UNCERTAINTY IN MAINTENANCE ASPECT**

By : Deo Denada Wollah
Student ID : 2512100030
Supervisor : Yudha Andrian Saputra, S.T., MBA

ABSTRACT

Many researches has been conducted related to the concept of *Total Cost of Ownership* for managing an asset. One of the research conducted by Chowdhury and Raghavan offers a framework about reliability and economic analysis for the life cycle of a Reliability Based Asset. On the other side, an asset can serve as a revenue generator. This research aims to enhance the model developed by Chowdhury and Raghavan by accommodating relation between cost components and revenue component and uncertainty factor. Firstly, a conceptual model of MORI is developed. Then from it, a simulation model can be made. The simulation model will be tested by using a dummy dataset. This test aims to determine how the conceptual model works. An analysis about the mode will be conducted after. The analysis conducted is about how the model accommodates relations between cost and revenue components, and also about how the model accommodates the uncertainty factor in failure function.

Key Words : maintenance cost, operation cost, investment cost, *revenue*, integration, relation, *uncertainty*, *reliability based asset*, *revenue generator*

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan	5
1.4 Manfaat	5
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Konsep <i>Total Cost of Ownership</i>	9
2.2 Aset.....	12
2.3 <i>Asset Management</i>	13
2.4 Konsep <i>Replacement Analysis</i>	14
2.5 Kriteria Kelayakan Finansial	16
2.5.1 <i>Net Present Value</i>	16
2.5.2 <i>Payback Period</i>	16
2.5.3 <i>Internal Rate of Return</i>	17
2.6 Simulasi Monte Carlo.....	18

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Tahap Identifikasi Permasalahan.....	20
3.2 Tahap Pengembangan Model MORI.....	21
3.3 Tahap Uji Numerik dan Pengembangan Model Simulasi	21
3.4 Tahap Penarikan Kesimpulan.....	21
BAB 4 PENGEMBANGAN MODEL KONSEPTUAL	23
4.1 Tahap 1: Perhitungan Biaya <i>Preventive</i> , Biaya <i>Corrective</i> dan Waktu Operasi. 24	
4.2 Tahap 2: Perhitungan Biaya Operasi dan <i>Revenue</i>	26
4.3 Tahap 3: Perhitungan Parameter Kelayakan	27
BAB 5 UJI NUMERIK DAN PENGEMBANGAN MODEL SIMULASI	31
5.1 Simulasi Model.....	33
5.2 Analisis Model	39
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	41
6.1 Kesimpulan.....	41
6.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN.....	45
Lampiran 1 – Data Tipe Failure dan Hasil Simulasi Tahapan Pertama dan Kedua Tahun 2017	45
Lampiran 2 – Data Tipe Failure dan Hasil Simulasi Tahapan Pertama dan Kedua Tahun 2018	48
Lampiran 3 – Data Tipe Failure dan Hasil Simulasi Tahapan Pertama dan Kedua Tahun 2019	51
Lampiran 4 – Data Tipe Failure dan Hasil Simulasi Tahapan Pertama dan Kedua Tahun 2020	54

Lampiran 5 – Data Tipe Failure dan Hasil Simulasi Tahapan Pertama dan Kedua Tahun 2021	57
Lampiran 6 – Data Tipe Failure dan Hasil Simulasi Tahapan Pertama dan Kedua Tahun 2022	60
Lampiran 7 – Data Tipe Failure dan Hasil Simulasi Tahapan Pertama dan Kedua Tahun 2023	63
Lampiran 8 – Data Tipe Failure dan Hasil Simulasi Tahapan Pertama dan Kedua Tahun 2024	66
Lampiran 9 – Data Tipe Failure dan Hasil Simulasi Tahapan Pertama dan Kedua Tahun 2025	69
Lampiran 10 – Data Tipe Failure dan Hasil Simulasi Tahapan Pertama dan Kedua Tahun 2026	72
Lampiran 11 – Data Tipe Failure dan Hasil Simulasi Tahapan Pertama dan Kedua Tahun 2027	75
Lampiran 12 – Data Tipe Failure dan Hasil Simulasi Tahapan Pertama dan Kedua Tahun 2028	78
Lampiran 13 – Data Tipe Failure dan Hasil Simulasi Tahapan Pertama dan Kedua Tahun 2029	81
Lampiran 14 – Data Tipe Failure dan Hasil Simulasi Tahapan Pertama dan Kedua Tahun 2030	84
Lampiran 15 – Data Tipe Failure dan Hasil Simulasi Tahapan Pertama dan Kedua Tahun 2031	87
Lampiran 16 – Data Tipe Failure dan Hasil Simulasi Tahapan Pertama dan Kedua Tahun 2032	90
Lampiran 17 – Data Tipe Failure dan Hasil Simulasi Tahapan Pertama dan Kedua Tahun 2033	93
Lampiran 18 – Data Tipe Failure dan Hasil Simulasi Tahapan Pertama dan Kedua Tahun 2034	96

Lampiran 19 – Data Tipe Failure dan Hasil Simulasi Tahapan Pertama dan Kedua Tahun 2035	99
Lampiran 20 – Data Tipe Failure dan Hasil Simulasi Tahapan Pertama dan Kedua Tahun 2036	102
Lampiran 21 – Laporan Laba Rugi.....	105
Lampiran 22 – <i>Free Cash Flow</i>	107
BIOGRAFI PENULIS.....	108

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Manfaat <i>Total Cost of Ownership</i>	9
Tabel 5. 1 Data <i>Dummy</i> Biaya Investasi, Preventive Maintenance, Corrective Maintenance, Penalty Cost, Revenue dan Bonus Revenue.	31
Tabel 5. 2 Data Tambahan Investasi (<i>CAPEX</i>) Selama <i>Life Cycle</i>	31
Tabel 5. 3 Contoh Data Tipe <i>Failure</i> Tahun 2017	32
Tabel 5. 4 Data dan Hasil <i>Fitting</i> Distribusi Variabel Input <i>Time to Failure</i>	33
Tabel 5. 5 Data Tipe <i>Failure</i> Tahun 2018	35
Tabel 5. 6 Contoh <i>Generate Random Data</i> Tahun 2018	35
Tabel 5. 7 Contoh Hasil Simulasi Tahapan Pertama dan Kedua Tahun 2018.....	36
Tabel 5. 8 Contoh Laporan Laba Rugi	37
Tabel 5. 9 Contoh <i>Free Cash Flow</i>	38
Tabel 5. 10 Tabel Rekap Pergerakan <i>Input</i> yang Memiliki <i>Uncertainty</i> dan <i>Output</i> Terkait.....	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 <i>Framework</i> & Komponen-Komponen Biaya Konsep <i>TCO</i> oleh Ellram (1993).....	2
Gambar 1. 2 <i>EUAC Defender</i> dan <i>Challenger</i>	3
Gambar 2. 1 <i>Framework</i> dan Komponen-Komponen Biaya Konsep <i>TCO</i> oleh Ellram (1993).....	11
Gambar 2. 2 <i>Life Cycle Aset</i>	14
Gambar 3. 1 Flowchart Metodologi Penelitian.....	19
Gambar 5. 1 Contoh <i>Generate Bilangan Random</i> dengan @ <i>RISK</i>	34
Gambar 5. 2 Grafik Pergerakan NPV	38
Gambar 5. 3 (a) Grafik Pergerakan <i>Time to Repair</i> ; (b) Grafik Pergerakan Waktu Operasi	40

BAB 1

PENDAHULUAN

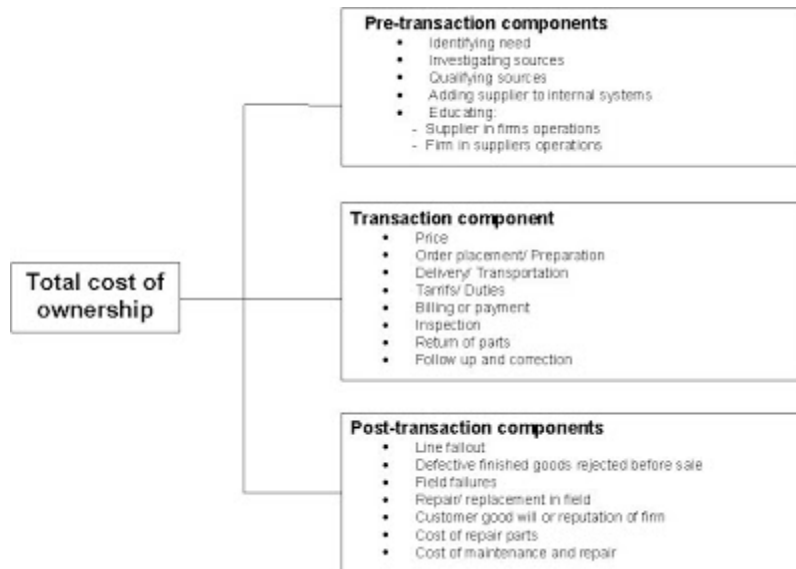
Dalam bab ini akan dibahas mengenai latar belakang dari dilaksanakan penelitian, pepersamaan masalah, tujuan dari diadakannya penelitian, mafaat yang didapat dari penelitian, ruang lingkup penelitian, serta sistematika penulisan dari laporan penelitian.

1.1 Latar Belakang

Menurut Investopedia (2016), aset merupakan sumber daya yang memiliki nilai ekonomi yang dimiliki oleh individu, perusahaan ataupun negara, dengan harapan akan memberikan keuntungan di masa yang akan datang. Untuk menghasilkan pendapatan yang tinggi atau biaya yang murah, semestinya dilakukan pengelolaan aset (*Asset Management*). Menurut *Institute of Asset Management* (2014), tujuan dari pengelolaan aset adalah biasanya untuk meminimasi keseluruhan *life cycle costs* aset. Menurut Davis (2014), pentingnya dilakukan pengelolaan aset adalah untuk mengurangi biaya operasi dan biaya modal. Secara umum, pengelolaan menggunakan apa yang disebut sebagai konsep *Total Cost of Ownership*.

Konsep *Total Cost of Ownership(TCO)* pertama kali dikembangkan oleh sebuah perusahaan riset bernama Gartner pada akhir 1980-an. Konsep *TCO* telah berkembang sampai saat ini dan salah satu pengembangan konsep *TCO* yang terkenal adalah oleh Lisa Ellram. Menurut Ellram (1993), konsep *Total Cost of Ownership(TCO)* sebuah frase yang mendeskripsikan mengenai semua biaya yang terkait dengan akuisisi, operasi dan perawatan (*maintenance*). *Total Cost of Ownership* meneliti biaya yang berkaitan dengan pembelian barang-barang atau jasa. Dibandingkan dengan pendekatan yang lainnya, konsep *TCO* mencakup komponen-komponen biaya yang lebih luas. Selain itu, konsep *TCO* dalam analisisnya memperhatikan *life cycle costs*, yaitu biaya-biaya terkait suatu barang selama masa pakai barang tersebut, termasuk biaya-biaya ketika barang tersebut digunakan.

Ellram mengembangkan sebuah *framework* formal terhadap konsep *TCO* ini. Berikut *framework* beserta komponen-komponen biaya yang digunakan oleh Ellram (1993) dalam konsep *TCO*, disajikan pada Gambar 1.1.



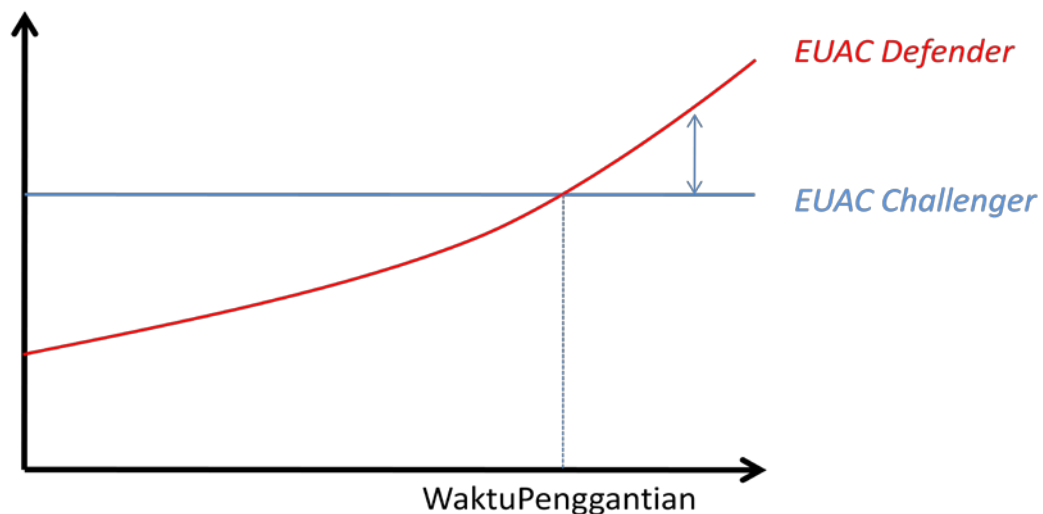
Gambar 1. 1 *Framework* & Komponen-Komponen Biaya Konsep *TCO* oleh Ellram (1993)

Framework ini dibuat karena berdasarkan penelitian yang dilakukannya, dalam prakteknya belum banyak penggunaan konsep *TCO* dengan menggunakan model formal yang telah dikembangkan. *Framework* yang dibuat merupakan *framework* secara umum yang berfungsi sebagai petunjuk dalam melakukan sebuah analisa ekonomi dengan konsep *TCO*.

Konsep *TCO* ini telah digunakan dalam berbagai penelitian. de Jong, et.al. (2009), melakukan penelitian mengenai kepemilikan mobil rumah tangga di Belanda, dimana besar pajak kepemilikan mobil akan mengurangi harga penjualan mobil dan akan menyebabkan peningkatan kepemilikan mobil. Namun, konsumen bisa jadi menahan diri untuk membeli mobil lebih karena biaya operasi akibat pajak tersebut akan lebih mahal. Liu, Tremblay dan Cirillo (2014) melakukan penelitian mengenai kepemilikan kendaraan yang lebih baik, dengan melihat pada aspek operasinya (berdasarkan jarak tempuh kendaraan) menggunakan pendekatan simulasi Monte Carlo. Bierma dan Waterstraat (2004), melakukan penelitian mengenai *TCO* untuk *metalworking fluids (MWF)*. Biaya-biaya yang

dibahas pada penelitian mencakup biaya pembelian *MWF*, *hidden costs* (biaya terkait operasi dan pengelolaan *MWF*), dan pengaruh performansi, yaitu manfaat finansial dari *improvement* performansi. Penelitian ini menyediakan *framework* umum mengenai bagaimana melakukan estimasi biaya-biayanya.

Konsep *TCO* juga dikenal dalam ekonomi teknik. Pada tahun 2001, Thuesen dan Fabrycky memodelkan konsep *TCO* ini dalam model *Replacement Analysis* atau analisa penggantian aset. Teknik pengukuran yang digunakan pada model analisa penggantian ini adalah dengan menarik biaya-biaya yang terdiri dari *capital recovery (CAPEX)* dan *O&M cost (OPEX)* ini menuju anual *cash flow* atau disebut sebagai Biaya Ekuivalen Tahunan (*EUAC*). *EUAC* digunakan dalam analisa penggantian karena dapat membandingkan secara langsung pengeluaran dua aset berbeda selama masa pakainya. Berikut merupakan contoh grafik perbandingan *EUAC* dua aset (*defender* dan *challenger*) disajikan pada Gambar 1.2.



Gambar 1. 2 *EUAC Defender* dan *Challenger*

Perhitungan *EUAC* yang digunakan pada analisa penggantian dapat dibedakan menjadi dua yaitu, ketika umur aset atau masa pakai aset diketahui dan ketika masa pakai aset tidak diketahui. Pada saat umur asset diketahui, maka perbandingan *EUAC* digunakan untuk memilih alternatif terbaik diantara defender vs challenger. Disisi lain, pada saat umur asset tidak diketahui, maka analisis

EUAC dapat digunakan untuk memberikan saran bahwa umur ekonomis akan terjadi dimana *EUAC* minimum atau ketika biaya-biaya ekivalen tahunan yang muncul minimum (titik *Economic Service Life*).

Konsep *TCO* juga digunakan oleh Chowdhury dan Raghavan (2012) pada penelitiannya mengenai *Life Cycle Management Level Equipment* (dengan *equipment* sebagai aset). Chowdhury dan Raghavan menawarkan sebuah *framework* yang menghubungkan keandalan dan analisa ekonomi sebuah aset selama *life cycle*. Tipikal aset yang diteliti oleh Chowdhury dan Raghavan (2012) adalah *Reliability Based Aset*, dimana aset disiapkan untuk target performance reliability tertentu. Dasar pengambilan keputusan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *NPV minimum*, dimana dari skenario-skenario yang sudah dibuat, akan diambil skenario dengan *NPV* terkecil. Biaya-biaya yang tercakup dalam perhitungan *NPV* tersebut adalah biaya *maintenance* baik *preventive* maupun *corrective*, biaya *replacement* jika ada, serta biaya *forced outage* dan *consequential*.

Penelitian ini akan mengembangkan model yang menyempurnakan model yang dikembangkan oleh Chowdhury dan Raghavan (2012). Pada *Reliability Asset Based*, aspek *maintenance* memang sangat penting, namun hal tersebut tidak bisa dipisahkan konsekuensinya dengan besaran biaya operasional. Besaran biaya operasional akan dipengaruhi oleh fungsi *Reliability* dan keandalan aset yang dipengaruhi oleh pola *maintenance* dan kerusakan yang terjadi. Disisi yang lain, beberapa *Reliability Based Asset* tidak hanya berperan sebagai *cost* – sentris, namun ada juga yang bisa berperan sebagai *revenue generator*. Pada konteks *Reliability Based Asset* yang berperan sebagai *Revenue Generator*, maka evaluasi *Total Cost Ownership* harus dikembangkan menjadi integrasi antara konsep *Maintenance Cost – Operation Cost – Revenue*– dan *Investments* (MORI).

Konsep MORI sendiri akan memodelkan secara mendetail dampak dari fungsi kerusakan dan pola *maintenance* ke biaya-biaya *maintenance* yang dimunculkan. Fungsi *maintenance*, pola kerusakan, dan lama waktu perbaikan akan mempengaruhi waktu dan biaya operasi. *Availability time* akan berdampak kepada pemenuhan target *availability* dari aset, dan selisih antara *Revenue* dan semua komponen biaya akan menentukan kecepatan pengembalian atas besaran

investasi yang dilakukan. Parameter / alat ukur yang digunakan adalah Parameter Kelayakan sebuah rencana investasi (Thuessen & Fabricky, 2002). Model akan dilengkapi dengan pengakomodasian faktor *uncertainty* terkait dengan fungsi keandalan, waktu perbaikan, dan besaran biaya operations & maintenance yang muncul.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah perlunya suatu model terkait analisa kepemilikan *Reliability Based Assets* sebagai *revenue generator* yang mengintegrasikan keterkaitan antara aspek *maintenance* dan operasi serta memperhatikan *uncertainty* pada aspek *maintenance*.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan suatu model terkait analisa kepemilikan *Reliability Based Assets* sebagai *revenue generator* yang mengintegrasikan keterkaitan, mengintegrasikan keterkaitan antara aspek *maintenance* dan operasi serta memperhatikan *uncertainty* pada aspek *maintenance*.

1.4 Manfaat

Manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah antara lain:

1. Terbentuknya model yang dapat mengakomodasi aspek *revenue* pada *Reliability Based Assets* dan mengintegrasikan keterkaitan antara aspek *maintenance* dan operasi serta memperhatikan *uncertainty* pada aspek *maintenance*.
2. Diperoleh hasil pengambilan keputusan yang tepat mengenai analisa ekonomi untuk akuisisi *Reliability Based Assets*.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini dibagi menjadi batasan dan asumsi. Berikut ini adalah batasan-batasan:

1. Konsep MORI yang akan dikembangkan terbatas untuk menilai akuisisi *reliability based assets*.
2. Analisa dilakukan hanya pada level sistem.

Sementara itu, berikut ini adalah asumsi yang digunakan selama penelitian berlangsung:

1. Tingkat inflasi tahunan sebagai dasar *escalation rate* adalah 3%.
2. *Discount rate* yang digunakan adalah 15%.
3. Tingkat pajak yang digunakan adalah 25%.
4. Depresiasi mengikuti metode *straight line*.
5. Asumsi-asumsi lain terkait dengan data *dummy* untuk simulasi model.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan ini terdiri dari Pendahuluan, Tinjauan Pustaka, Metodologi Penelitian, Pengembangan Konsep, Studi Kasus dan Diskusi serta Kesimpulan dan Saran. Berikut ini adalah uraian dari masing-masing bab.

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai latar belakang dari penelitian, pepersamaan permasalahan, tujuan dari penelitian, manfaat yang dapat didapat dari penelitian, ruang lingkup penelitian yang meliputi batasan dan asumsi, serta sistematika penulisan penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dibahas teori-teori yang mendasari dan mendukung penelitian. Literatur yang diambil dari beberapa sumber, antara lain buku, jurnal, *website*, *ebook*, dan literatur pendukung lainnya. Teori yang akan dibahas adalah Konsep *Total Cost of Ownership*, Konsep *Replacement Analysis* dan Konsep *Time Value of Money*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini akan berisi langkah-langkah yang dilakukan selama pelaksanaan penelitian. Langkah-langkah penelitian dibagi menjadi empat bagian, yaitu tahap identifikasi masalah, tahap pengembangan model, tahap simulasi model, serta tahap penarikan kesimpulan.

BAB IV PENGEMBANGAN MODEL

Bab ini akan berisi usulan konsep MORI (*Maintenance Cost, Operation Cost, Revenue & Investments*) terkait analisa kepemilikan *Reliability Based Assets* sebagai *revenue generator* yang mengintegrasikan keterkaitan, baik antara biaya dengan biaya maupun biaya dengan *revenue* dengan memperhatikan *uncertainty* pada aspek *maintenance*.

BAB V UJI NUMERIK DAN PENGEMBANGAN MODEL SIMULASI

Bab ini akan berisi contoh penggunaan konsep MORI (*Maintenance Cost, Operation Cost, Revenue & Investments*) menggunakan data *dummy*. Hasil uji numerik tersebut kemudian akan dianalisa serta dilakukan validasi.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan berisi kesimpulan hasil penelitian dan saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya terkait pengembangan konsep penilaian kepemilikan aset.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini akan dibahas teori-teori yang mendasari penelitian. Tinjauan pustaka yang akan dibahas pada bab ini adalah Konsep *Life Cycle Management* dan Konsep Simulasi

2.1 Konsep *Total Cost of Ownership*

Menurut Ellram (1993), konsep *Total Cost of Ownership (TCO)* sebuah frase yang mendeskripsikan mengenai semua biaya yang terkait dengan akuisisi, penggunaan dan perawatan (*maintenance*). *Total Cost of Ownership* meneliti biaya yang berkaitan dengan pembelian barang-barang atau jasa. *TCO* memiliki dua perbedaan dibandingkan dengan model-model lain yang juga memperhatikan biaya sebagai parameter utamanya. Perbedaan yang pertama adalah *TCO* memperhatikan biaya akuisisi yang lebih luas dibandingkan dengan model-model lain. Yang kedua adalah *TCO* memperhatikan *life cycle cost*, yaitu biaya yang terdapat pada sebuah barang atau aset selama masa pakainya. Sebagai contoh, untuk peralatan modal, biaya-biaya yang muncul juga mencakup biaya *maintenance, repair, downtime* dan keusangan hingga *asset disposal*.

Manfaat yang bisa didapatkan dengan menerapkan *TCO* dapat dibagi menjadi 5 kategori, yaitu *performance measurement, decision making, communication, insight/understanding*, dan *support continuous improvement*. Berikut Tabel 2.1 akan memberikan penjelasan mengenai manfaat-manfaat tersebut.

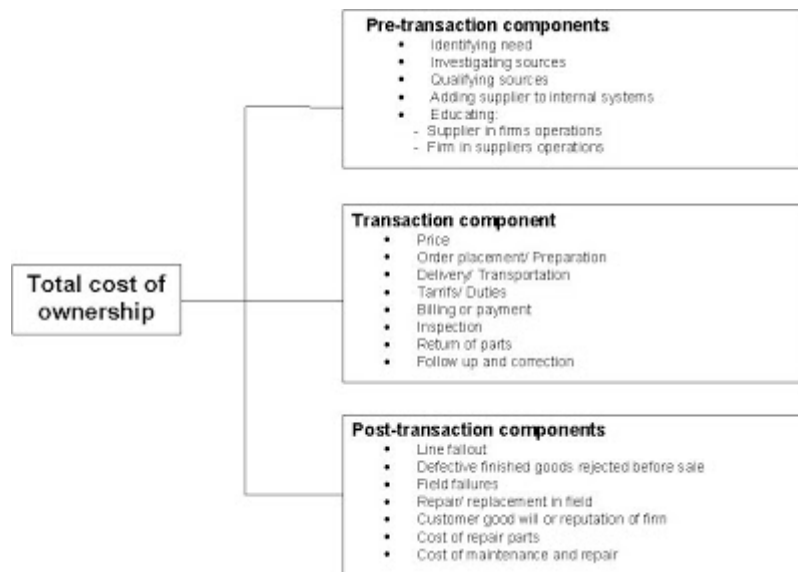
Tabel 2. 1 Manfaat *Total Cost of Ownership*

Manfaat <i>Total Cost of Ownership</i>	
<i>Performance Measurement</i>	<i>Framework</i> yang baik untuk mengevaluasi <i>supplier</i>
	Cara yang konkrit untuk mengukur hasil <i>quality improvement</i>
	<i>Tools</i> untuk <i>benchmarking</i>
<i>Decision Making</i>	Memaksa pembelian untuk menghitung <i>tradeoffs</i>

	Dasar pemilihan <i>supplier</i>
	Pengambilan keputusan yang lebih tepat
	Membuat sebuah struktur <i>problem solving</i>
<i>Communication</i>	Alat komunikasi yang baik antara perusahaan (pelaku akuisisi) dengan <i>supplier</i>
	Sebuah cara untuk membuat fungsi yang lain terlibat dalam keputusan pembelian suatu barang atau aset
<i>Insight/Understanding</i>	Menyediakan data yang baik untuk <i>trend analysis</i> biaya
	Menyediakan data untuk membandingkan performansi <i>supplier</i>
	Menyediakan data untuk melakukan negosiasi
	Menyediakan data yang penting untuk <i>pricing</i>
	Menuntut sebuah pembelian atau akuisisi aset untuk memperhatikan faktor <i>nonprice</i> lain yang memiliki pengaruh signifikan terhadap <i>TCO</i>
	Menyediakan orientasi jangka panjang dengan berfokus pada gambaran besarnya
<i>Support Continuous Improvement</i>	Membantu identifikasi mengenai dimana <i>supplier</i> seharusnya melakukan <i>improvement</i>
	Membantu mengidentifikasi peluang <i>cost savings</i>
	Memaksa perusahaan (pelaku akuisisi) untuk melihat secara internal, bagaimana kebutuhan spesifikasi yang diinginkan perusahaan tersebut justru akan menaikkan biaya

Ellram sendiri menyediakan sebuah *framework* untuk menerapkan konsep *TCO* ini. *Framework* yang dibuat mengikuti urutan bagaimana sebuah transaksi dilakukan, yaitu pretransaksi, transaksi dan posttransaksi. Biaya pretransaksi mencakup mulai saat adanya sebuah rencana untuk melakukan pembelian atau akuisisi suatu barang atau aset hingga saat dilakukan pemesanan. Biaya transaksi merupakan biaya yang berhubungan dengan pemesanan dan penerimaan. Biaya posttransaksi merupakan biaya yang muncul setelah barang atau aset menjadi milik perusahaan. Berikut *framework* beserta komponen

komponen biaya untuk konsep *TCO* berdasarkan urutan transaksi, disajikan pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 *Framework* dan Komponen-Komponen Biaya Konsep *TCO* oleh Ellram (1993)

Berikut merupakan urutan proses identifikasi elemen-elemen biaya yang muncul untuk konsep *TCO* dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Aktivitas Terkait Pembelian	Elemen-Elemen Biaya yang Potensial	Sumber Biaya
PRETRANSACTION		
Kebutuhan <i>equipment</i> produksi yang baru	Tuntutan Modal	Dokumen-dokumen
	Membentuk sebuah <i>committee</i> untuk melakukan investigasi terkait kepemilikan aset atau barang	Gaji <i>Committee</i>
Membentuk <i>Design Team</i>	Biaya <i>Team</i>	Gaji
	Mengidentifikasi kandidat eksternal seperti <i>supplier</i> yang potensial dan lain-lain	Biaya proses identifikasi dan bertemu dengan kandidat-kandidat <i>supplier</i>
TRANSACTION		
Pembelian <i>Equipment</i>	Harga yang dibayarkan	Harga <i>equipment</i>
		<i>Delivery</i>

		Garansi
Instalasi <i>Equipment</i>	Menginstal <i>equipment</i>	Tenaga kerja, pemindahan <i>equipment</i> lama, bahan baku yang hilang selama proses uji coba <i>equipment</i> baru, peralatan ekstra untuk instalasi
	Menghentikan proses operasi yang lainnya	<i>Shortages</i> pada <i>finished goods</i> , biaya tenaga kerja <i>idle</i>
POSTTRANSACTION		
Maintenance Rutin	<i>Downtime</i>	Tenaga kerja <i>downtime</i> , <i>inventory</i>
	Biaya Garansi	Biaya yang dibayarkan untuk setiap pekerjaan yang dilakukan
Perbaikan	<i>Downtime</i>	Tenaga kerja <i>downtime</i> , <i>inventory</i>
	Biaya Garansi	Biaya yang dibayarkan untuk setiap pekerjaan yang dilakukan

2.2 Aset

Menurut Investopedia (2016), aset merupakan sumber daya yang memiliki nilai ekonomi yang dimiliki oleh individu, perusahaan ataupun negara, dengan harapan akan memberikan keuntungan di masa yang akan datang. Dalam akuntansi, aset dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa tipe, antara lain:

- Fixed Assets*: Sumber daya jangka panjang misalnya tanah, bangunan, mesin dan lain-lain.
- Current Assets*: Sumber daya jangka pendek yang akan dikonversikan sebagai kas dalam waktu satu tahun misalnya material, *inventory* dan lain-lain.

- c. *Financial Assets*: Merepresentasikan investasi-investasi dari institusi yang lain misalnya *stocks*, *bonds* dan lain-lain.
- d. *Intangible Assets*: Sumber daya ekonomi yang tidak memiliki bentuk fisik, misalnya hak paren, *trademarks*, *copyrights* dan lain-lain.

Berdasarkan wujudnya, aset dapat dibedakan menjadi dua yaitu *tangible assets* dan *intangible assets*. *Tangible assets (physical assets)* merupakan aset-aset yang memiliki bentuk fisik. *Tangible assets* terdiri dari *fixed assets* seperti mesin, bangunan dan tanah dan *current assets*, seperti *inventory*. *Intangible assets* merupakan aset yang tidak memiliki wujud secara fisik. Contoh dari aset ini adalah properti intelektual dari sebuah perusahaan (*copyrights*, hak paten dan lain-lain), *brand* dan sebagainya.

Menurut Wolfe (2016), berdasarkan kemampuan untuk menghasilkan *revenue*, aset dapat dibedakan menjadi dua, yaitu *Revenue Generating Assets* dan *Public Relation (PR) Generating Assets*. *Revenue Generating Assets* merupakan aset yang secara langsung menghasilkan kas secara langsung dan dapat ditambahkan secara langsung pada *revenue* perusahaan. Sementara *PR Generating Assets* tidak secara langsung menghasilkan *revenue*, namun meningkatkan *public relation* sebuah perusahaan yang akan mengarah pada bertambahnya *revenue*. Perbedaan utama antara kedua aset ini adalah *Revenue Generating Assets* menghasilkan sebuah *cash flow* yang berkaitan secara langsung dengan asetnya. Jika *Revenue Generating Assets* ini dijual, maka *cash flow* tersebut akan berhenti.

2.3 *Asset Management*

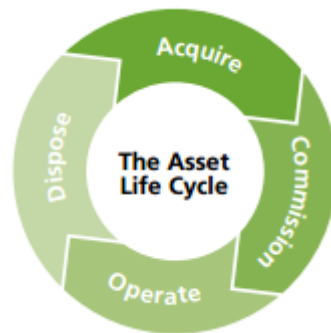
Menurut Davis, *Asset Management* merupakan sebuah *mind-set* yang melihat *physical assets* sebagai sebuah objek dan sistem yang merespon lingkungan, perubahan dan semakin menua seiring dengan penggunaannya. *Asset Management* melihat bahwa sebuah *physical asset* memiliki *life cycle*. Aset yang dibahas dalam sebuah *Asset Management* adalah *physical assets* seperti bangunan, infrastruktur, pembangkit listrik dan lain-lain. *Asset Management* tidak berbicara mengenai *financial assets*, *human assets* ataupun *personal assets*.

Mengapa penting untuk dilakukan sebuah *Asset Management*?

1. Mengurangi total biaya operasi dari aset.

2. Mengurangi total *capital costs* dari investasi aset.
3. Meningkatkan performansi operasi aset.
4. Mengurangi potensi dampak kesehatan selama mengoperasikan aset.
5. Mengurangi risiko keselamatan selama mengoperasikan aset.
6. Meminimalkan dampak lingkungan selama mengoperasikan aset.
7. Menjaga dan meningkatkan reputasi organisasi pemilik aset.
8. Meningkatkan performansi regulatori organisasi pemilik aset.
9. Mengurangi risiko legal terkait pengoperasian aset.

Berikut *life cycle* dari *physical assets* menurut Davis disajikan pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 *Life Cycle* Aset

Acquire merupakan fase yang meng-cover perencanaan, desain dan *procurement* dari aset. *Commission* merupakan tahap yang meng-cover aktivitas mulai dari instalasi atau pembuatan aset dan memastikan bahwa aset tersebut berfungsi dengan baik. *Operate* merupakan fase yang dimana aset sudah beroperasi dan dilakukan *monitoring*, *maintenance* dan lain-lain. *Dispose* merupakan fase dimana aset sudah tidak digunakan lagi.

2.4 Konsep *Replacement Analysis*

Peralatan yang digunakan pada aktivitas sehari-hari memiliki keterbatasan umur atau masa pakai, sehingga pada akhir masa pakainya diperlukan alat yang baru. Kebijakan untuk menentukan kapan suatu alat harus diganti tidak cukup hanya dilihat dari kondisi fisik, tetapi juga pertimbangan-pertimbangan ekonomis yang berkaitan dengan alternatif pemakaian atau

penggantiannya dengan alat yang baru (Pujawan, 2004). Dalam analisa penggantian, terdapat dua istilah yang perlu diketahui yaitu *defender* dan *challenger*. *Defender* merupakan aset eksisting sedangkan *challenger* merupakan aset baru sebagai alternatif pengganti *defender* (Thuesen dan Fabrycky, 2001).

Menurut Thuesen dan Fabrycky (2001), terdapat dua alasan dasar mengapa suatu penggantian perlu dilakukan, yaitu:

1. *Physical deterioration*
2. *Obsolescence*

Physical deterioration merupakan perubahan yang terjadi pada kondisi fisik dari sebuah aset. Sedangkan *obsolescence* merupakan perubahan kondisi aset yang dipengaruhi oleh lingkungan eksternal terhadap aset tersebut. *Physical deterioration* dapat menyebabkan pada menurunnya *service* yang diberikan, meningkatnya biaya operasi, meningkatnya biaya *maintenance* atau kombinasi antara ketiganya. *Obsolescence* terjadi sebagai dampak dari *continuous improvement* dari peralatan-peralatan produksi. Kebutuhan untuk *improvement* secara terus menerus menyebabkan sebuah aset dapat diganti pada saat aset tersebut masih berada dalam kondisi operasi yang baik.

Teknik pengukuran yang digunakan pada model analisa penggantian ini adalah dengan menarik biaya-biaya yang terdiri dari *capital recovery (CAPEX)* dan *O&M cost (OPEX)* ini menuju anual *cash flow* atau disebut sebagai Biaya Ekuivalen Tahunan (*EUAC*). Berikut rumus konversi *cash flow* menjadi *annual cash flow* yang dapat digunakan:

$$A = F(A/F, i\%, N) \quad (2.6)$$

atau

$$A = P(A/P, i\%, N) \quad (2.7)$$

Perhitungan *EUAC* yang digunakan pada analisa penggantian dapat dibedakan menjadi dua yaitu, ketika umur aset atau masa pakai aset diketahui dan ketika masa paka aset tidak diketahui. Pada saat umur asset diketahui, maka perbandingan *EUAC* digunakan untuk memilih alternatif terbaik diantara defender vs challenger. Disisi lain, pada saat umur asset tidak diketahui, maka analisis *EUAC* dapat digunakan untuk memberikan saranbahwa umur ekonomis akan

terjadi dimana *EUAC* minimum atau ketika biaya-biaya ekivalen tahunan yang muncul minimum (titik *Economic Service Life*).

2.5 Kriteria Kelayakan Finansial

Beberapa kriteria yang digunakan untuk melakukan analisa kelayakan finansial adalah *Net Present Value (NPV)*, *Payback Period* dan *Internal Rate of Return (IRR)*. Berikut penjelasan mengenai kriteria-kriteria tersebut.

2.5.1 *Net Present Value*

Menurut Pujawan (2004), *Net Present Value* atau *NPV* merupakan aliran kas yang dikonversikan menjadi nilai sekarang (*P*) dan dijumlah sehingga *P* yang diperoleh mencerminkan nilai netto dari keseluruhan aliran kas yang terjadi selama horizon perencanaan. Tingkat bunga yang dipakai untuk melakukan konversi adalah *MARR*. Perhitungan secara matematis dapat dilakukan menggunakan persamaan berikut.

$$P(i) = \sum_{t=0}^N \frac{A_t}{(1+i)^t} \quad (2.1)$$

atau

$$P(i) = \sum_{t=0}^N A_t(P/F, i\%, t) \quad (2.2)$$

dimana:

P(i) = nilai sekarang dari keseluruhan aliran kas pada tingkat bunga *i*%

A_t = aliran kas pada akhir periode *t*

i = *MARR*

N = horizon perencanaan (periode)

Jika nilai *NPV* lebih besar dari nol, maka secara finansial alternatif tersebut layak untuk dilakukan (menghasilkan tingkat pengembalian diatas *MARR*).

2.5.2 *Payback Period*

Menurut Pujawan (2004), *Payback Period* pada dasarnya adalah jumlah periode yang diperlukan untuk mengembalikan ongkos investasi awal dengan

tingkat pengembalian tertentu. Perhitungannya berdasarkan aliran kas, baik tahunan maupun nilai sisanya. Berikut rumus matematis untuk mendapatkan periode pengembalian pada suatu tingkat pengembalian (*rate of return*).

$$P(i) = -P + \sum_{t=0}^{N'} A_t(P/F, i\%, t) \quad (2.3)$$

Apabila suatu alternatif memiliki masa pakai ekonomis lebih besar dari periode pengembalian (N'), maka alternatif tersebut layak untuk diterima (ada cukup waktu untuk mengembalikan modal).

2.5.3 *Internal Rate of Return*

Menurut Pujawan (2004), *rate of return (ROR)* adalah suatu tingkat penghasilan yang mengakibatkan nilai *net present value (NPV)* dari suatu investasi sama dengan nol. Terdapat beberapa *ROR* yang dikenal antara lain *internal rate of return (IRR)*, *external rate of return (ERR)* dan *explicit reinvestment rate of return (ERRR)*. *IRR* merupakan jenis yang sering digunakan dalam suatu studi kelayakan. Disebut *IRR* apabila diasumsikan setiap hasil yang diperoleh langsung diinvestasikan kembali dengan tingkat *ROR* yang sama. Berikut rumus yang dapat digunakan untuk mendapatkan *ROR*.

$$NPV = PW_R - PW_E \quad (2.4)$$

atau

$$NPV = \sum_{t=0}^N R_t(P/F, i\%, t) + \sum_{t=0}^N E_t(P/F, i\%, t) = 0 \quad (2.5)$$

dimana:

PW_R = nilai *present worth* dari semua pemasukan

PW_E = nilai *present worth* dari semua pengeluaran

R_t = penerimaan netto yang terjadi pada periode ke- t

E_t = pengeluaran netto yang terjadi pada periode ke- t , termasuk investasi awal

Jika *IRR* suatu alternatif $>$ *WACC (Weighted Average Cost of Capital)* maka investasi dinyatakan layak.

2.6 Simulasi Monte Carlo

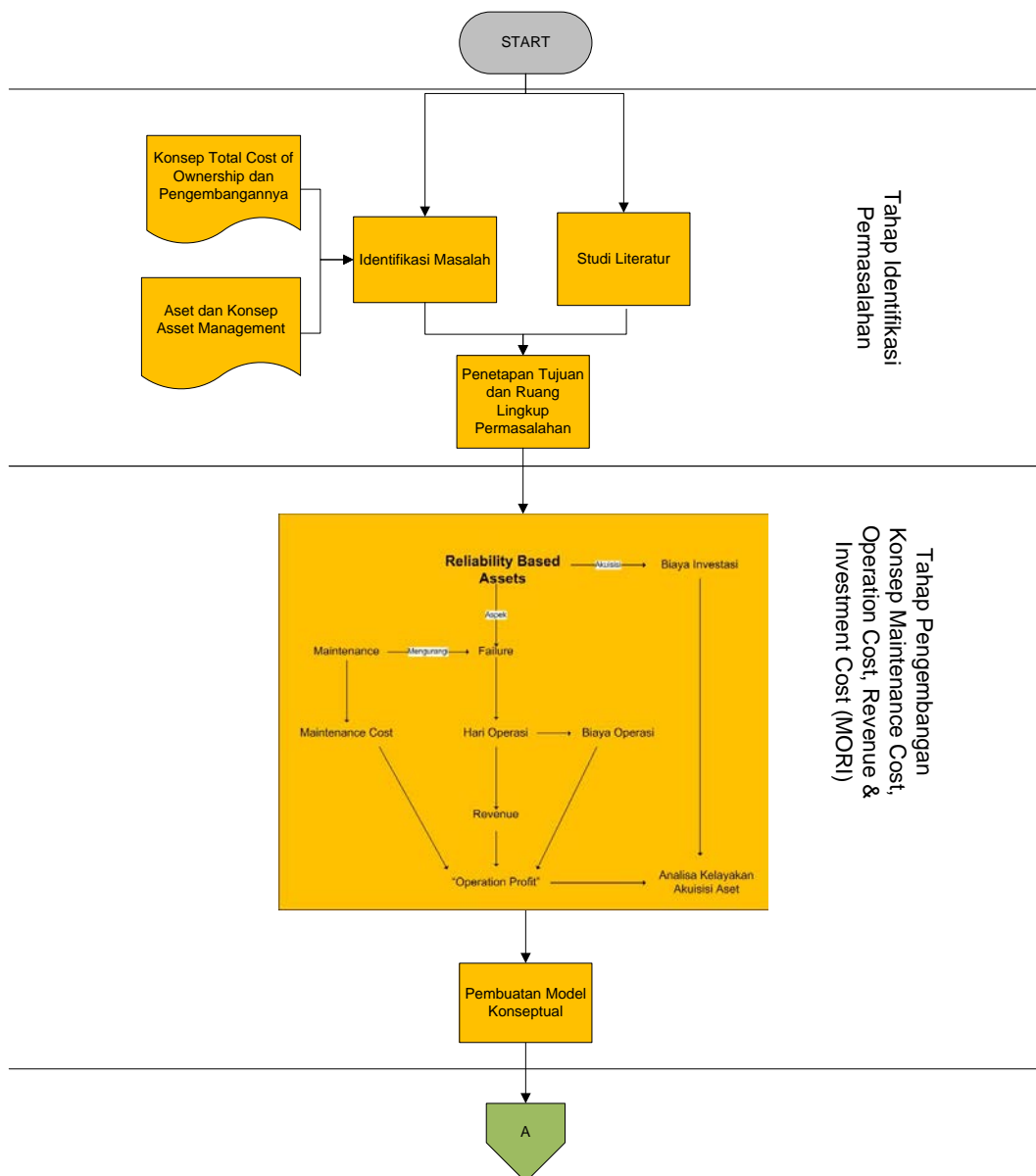
Simulasi Monte Carlo adalah tipe simulasi probabilistic yang memberikan solusi dengan menggunakan *sampling* proses *random*. Rangkaian bilangan *random* digunakan untuk menjelaskan bahwa setiap variabel adalah *random* dari waktu ke waktu (Tersine, 1994). Simulasi Monte Carlo mengembangkan model stokastik dari situasi nyata dan kemudian menampilkan percobaan *sampling* pada model. Langkah utama dalam Simulasi Monte Carlo adalah:

1. Mendefinisikan distribusi probabilitas dari variabel kunci tertentu. Data dapat berdistribusi standar, seperti Poisson, Normal atau Eksponensial atau dapat berdistribusi empiris dari data masa lalu. Distribusi dapat dihasilkan dari masa lalu atau dari percobaan.
2. Membangkitkan bilangan *random* untuk menentukan nilai variabel spesifik dalam simulasi. Cara pengambilan sampel antara lain dengan tabel bilangan *random*. Urutan bilangan *random* akan mengikuti pola variasi yang diharapkan.
3. Mensimulasikan proses dan menganalisis observasi dalam jumlah tertentu. Jumlah yang tepat dari replikasi ditentukan dengan cara yang sama dengan ukuran yang sesuai dengan sampel dalam eksperimen yang aktual.

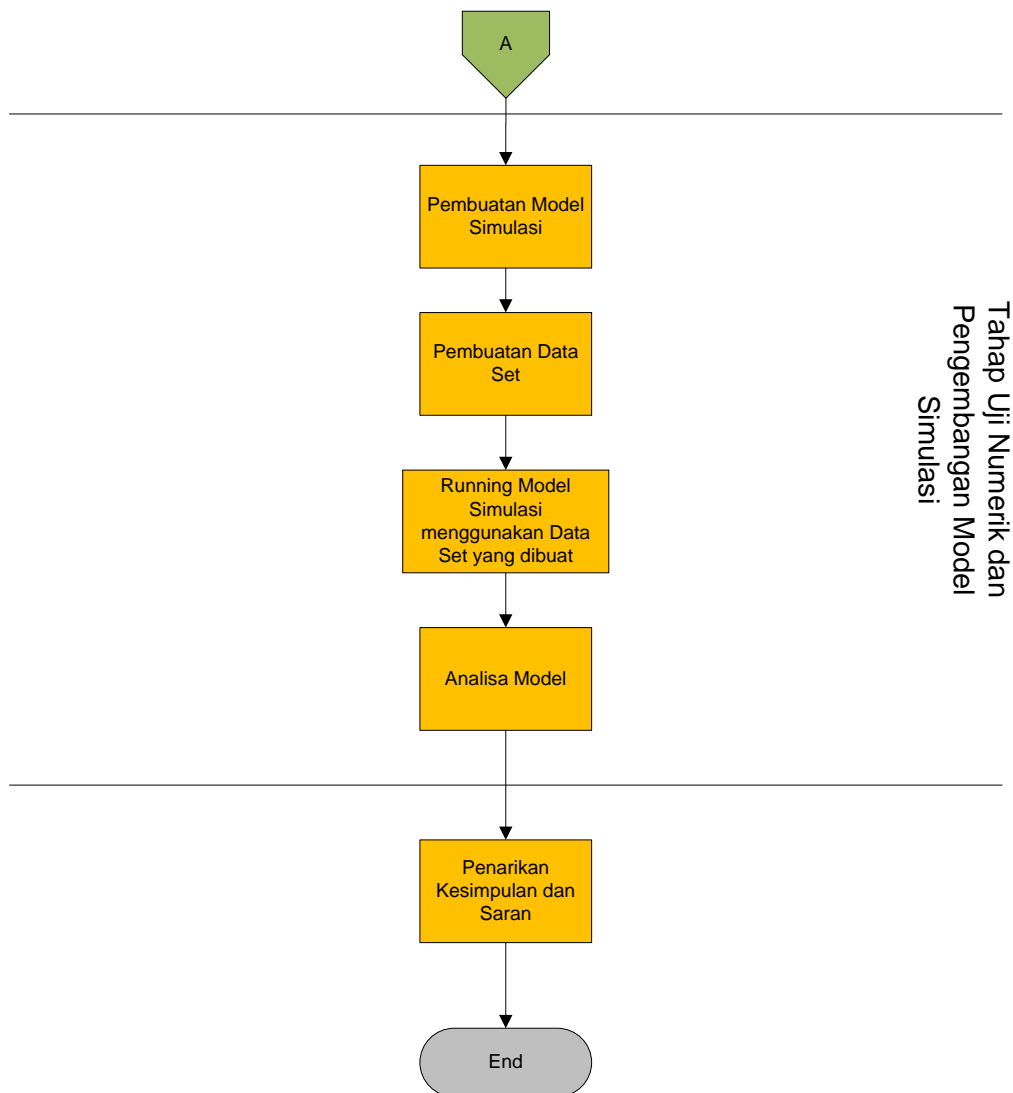
BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini akan dijelaskan mengenai tahapan-tahapan dilakukannya penelitian:



Gambar 3. 1 Flowchart Metodologi Penelitian



Gambar 3. 1 *Flowchart* Metodologi Penelitian (lanjutan)

Berikut penjelasan untuk masing-masing tahapan dari penelitian tugas akhir, yaitu tahap identifikasi permasalahan, tahap pengembangan Model *Life Cycle Management*, tahap implementasi model dan tahap penarikan kesimpulan.

3.1 Tahap Identifikasi Permasalahan

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa sudah banyak terdapat penelitian yang membahas tentang Konsep *Total Cost of Ownership* dan keterkaitannya terhadap *Asset Management*. Namun penelitian-penelitian tersebut

belum dapat menunjukkan bahwa terdapat keterkaitan antar aspek *maintenance* dan operasi.

3.2 Tahap Pengembangan Model MORI

Pada tahap ini akan dilakukan pengembangan model konseptual untuk Model Integrasi MORI. Model ini didasari pola pikir bahwa terdapat keterkaitan antara komponen-komponen penyusunnya (*Maintenance Cost, Operation Cost, Revenue & Investment*). Konsep MORI akan memodelkan secara mendetail dampak dari fungsi kerusakan dan pola *maintenance* ke biaya-biaya *maintenance* yang dimunculkan. Fungsi *maintenance*, pola kerusakan, dan lama waktu perbaikan akan mempengaruhi waktu dan biaya operasi. *Availability time* akan berdampak kepada pemenuhan target *availability* dari aset dan lebih lanjut berdampak pada *revenue* yang didapatkan.

3.3 Tahap Uji Numerik dan Pengembangan Model Simulasi

Pada tahap ini akan dibuat sebuah model simulasi terkait model konseptual MORI yang telah dibuat. Model simulasi yang telah dibuat akan diuji dengan menggunakan data *dummy*. Pengujian ini bertujuan untuk memperlihatkan cara kerja dari model konseptual yang telah dibuat. Setelah dilakukan *running* model simulasi, maka akan dilakukan analisa mengenai hal-hal menarik yang ditemukan selama proses *running* simulasi, sekaligus dilakukan validasi modelnya.

3.4 Tahap Penarikan Kesimpulan

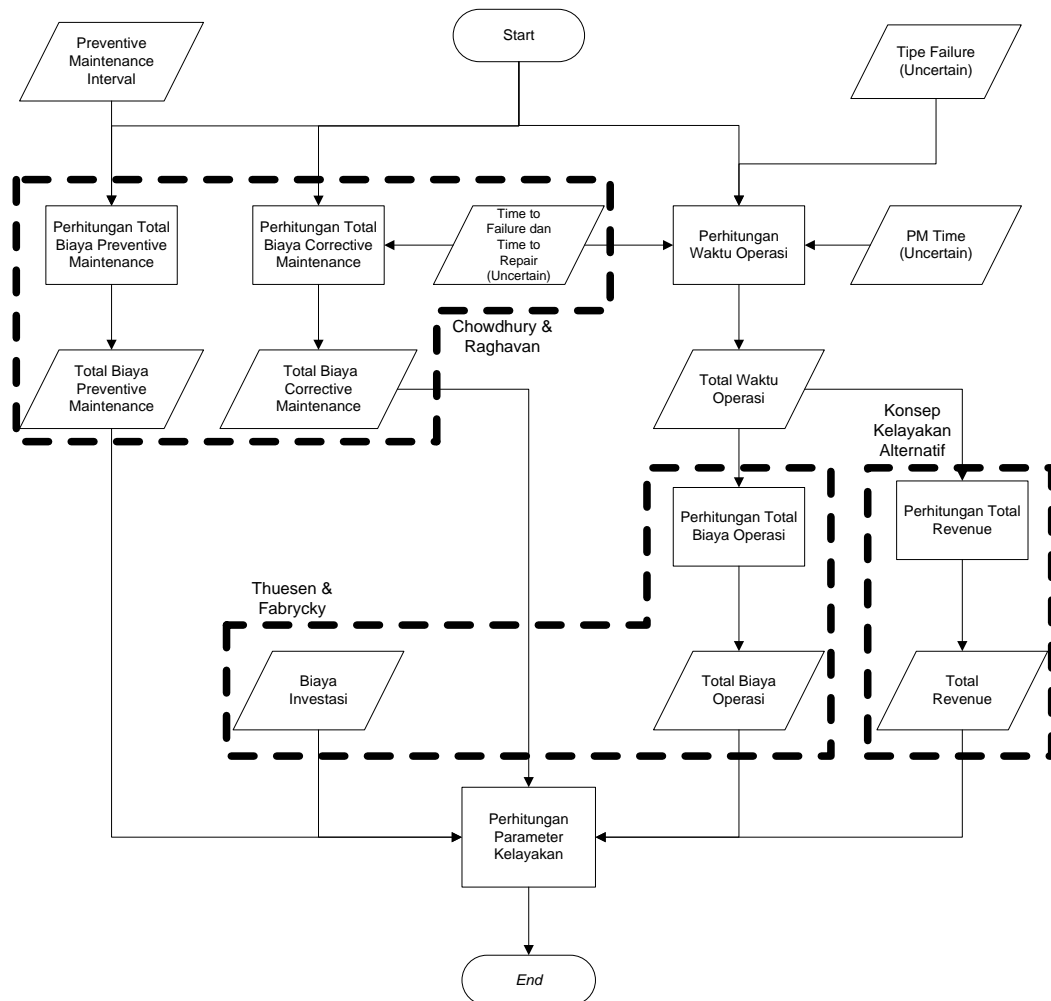
Tahap terakhir adalah tahap pengambilan kesimpulan dari pengembangan Model MORI yang telah dibuat serta pemberian saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 4

PENGEMBANGAN MODEL KONSEPTUAL

Pada penelitian-penelitian terdahulu, analisis ekonomi mengenai kelayakan akuisisi aset kebanyakan hanya melihat aspek *maintenance* dan operasi secara terpisah, serta tidak melihat keterkaitannya. Model Integrasi MORI ini dibuat untuk dapat mengakomodasi kelemahan-kelemahan tersebut. Penggunaan model ini lebih tepat untuk analisis *Reliability Based Asset* yang sumber pendapatannya didasari oleh tingkat *availability*-nya. *Reliability Based Asset* ditunjukkan melalui adanya *time to failure*. Model konseptual mengenai Model Integrasi MORI akan disajikan pada Gambar 4.1.

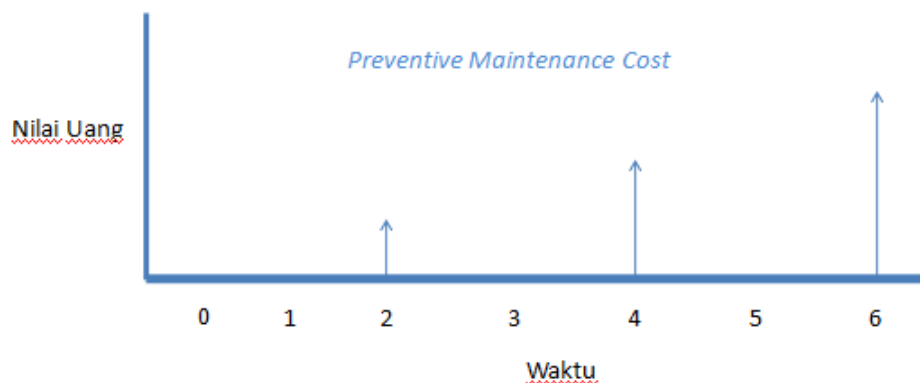


Gambar 4. 1 *Framework* Model Integrasi MORI

Variabel-variabel yang terdapat pada Model Integrasi MORI ini diantaranya adalah tipe *failure*, *time to failure*, *time to repair*, *preventive maintenance interval* dan *preventive maintenance time*. Tipe *failure* melambangkan bahwa sebenarnya *failure* yang terjadi dapat bermacam-macam. *Time to failure* melambangkan *interval* waktu terjadinya *failure*. *Time to repair* melambangkan lama waktu perbaikan yang dibutuhkan dimana nilainya menyesuaikan tipe *failure*-nya. *Preventive maintenance interval* melambangkan rentang waktu dilakukannya *preventive maintenance*. *Preventive maintenance time* melambangkan lama waktu yang diperlukan setiap *preventive maintenance* dilakukan. Variabel-variabel tersebut akan digunakan sebagai input pada tahapan perhitungan dengan menggunakan Model Integrasi MORI ini. Berikut merupakan penjelasan detail mengenai tahapan-tahapan perhitungan pada Model Integrasi MORI:

4.1 Tahap 1: Perhitungan Biaya *Preventive*, Biaya *Corrective* dan Waktu Operasi.

Pada perhitungan biaya *preventive maintenance* membutuhkan input variabel *preventive maintenance interval*. Munculnya biaya *preventive maintenance* ini secara berkala, tergantung dari *interval*nya. Berikut adalah contoh mengenai *preventive maintenance* dengan *interval* setiap 2 periode.



Gambar 4. 2 Biaya *Preventive Maintenance*

Sementara, pada perhitungan biaya *corrective maintenance* membutuhkan input variabel tipe *failure*, *time to failure*, dan *time to repair*. Biaya *corrective maintenance* tersusun atas *fixed* dan *variable cost*. *Fixed Cost* merupakan biaya yang muncul secara tetap setiap terjadinya kerusakan. *Variable cost* merupakan biaya yang muncul biasanya sesuai dengan lamanya waktu *maintenance (time to repair)* setiap terjadi kerusakan. Berikut rumus yang digunakan untuk menghitung *variable cost* pada suatu kerusakan tertentu.

$$CM\ Variable\ Cost_i = TTR_i \times Variable\ Cost\ per\ Unit\ Waktu \quad (4.1)$$

di mana:

$$\begin{aligned} CM\ Variable\ Cost_i &= Variable\ Cost\ untuk\ CM\ pada\ kerusakan\ ke-i \\ TTR_i &= Time\ to\ Repair\ pada\ kerusakan\ ke-i \end{aligned}$$

Setelah mengetahui *fixed* dan *variable cost*, maka dapat dicari total biaya *corrective maintenance* yaitu dengan menjumlahkan kedua biaya tersebut seperti terdapat pada rumus berikut ini.

$$Total\ CM\ Cost = \sum_{i=0}^t CM\ Fixed\ Cost_i + \sum_{i=0}^t CM\ Variable\ Cost_i \quad (4.2)$$

Pada perhitungan waktu operasi membutuhkan input variabel *time to repair* dan *preventive maintenance time*. Semakin besar *time to repair* dan *preventive maintenance* maka akan menyebabkan semakin kecil waktu operasi. Berikut adalah rumus yang digunakan untuk menghitung waktu operasi.

$$W.Op\ Dilakukan = W.Op\ Total\ Tersedia - \sum_{i=0}^t TTR_i - W.Pr \quad (4.3)$$

di mana:

$$\begin{aligned} W.Op\ Dilakukan &= Total\ Waktu\ Operasi\ yang\ dilakukan \\ W.Op\ Total\ Tersedia &= Total\ Waktu\ Operasi\ Tersedia \\ W.Pr &= Waktu\ Preventive\ Maintenance \\ TTR_i &= Time\ to\ Repair \end{aligned}$$

4.2 Tahap 2: Perhitungan Biaya Operasi dan Revenue

Pada perhitungan biaya operasi dibutuhkan input waktu operasi. Biaya operasi terdiri dari *fixed* dan *variable cost*. Biaya *corrective maintenance* tersusun atas *fixed* dan *variable cost*. *Fixed Cost* merupakan biaya tetap yang muncul sebagai dampak operasi. *Variable cost* merupakan biaya yang muncul menyesuaikan dengan lamanya waktu operasi. Berikut rumus yang digunakan untuk menghitung *variable cost* waktu operasi.

$$\text{Total Biaya Operasi} = W.\text{Op Dilakukan} \times \text{Biaya Operasi per Unit Waktu} \quad (4.4)$$

Sama seperti perhitungan biaya operasi, pada perhitungan *revenue* juga membutuhkan input waktu operasi. Terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam perhitungan *revenue*, yaitu *availability*, *bonus revenue* dan *penalty cost*. *Availability* melambangkan waktu operasi minimal yang harus dipenuhi. Jika total waktu operasi yang dilakukan lebih besar dibandingkan waktu operasi minimal tersebut, maka akan didapatkan *bonus revenue* sesuai dengan lama penambahan waktu. Sedangkan sebaliknya, jika total waktu operasi yang dilakukan lebih kecil dibandingkan dengan waktu operasi minimal, maka akan dikenakan *penalty* sesuai dengan lama kekurangan waktunya. *Bonus revenue* dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini.

$$\text{Total Bonus} = (W.\text{Op Dilakukan} - W.\text{Op.Min}) \times \text{Bonus per Unit Waktu} \quad (4.5)$$

di mana *W.Op.Min* adalah waktu operasi minimal dengan syarat *W.Op. Dilakukan* lebih besar *W.Op.Min*. Untuk *penalty cost* dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini.

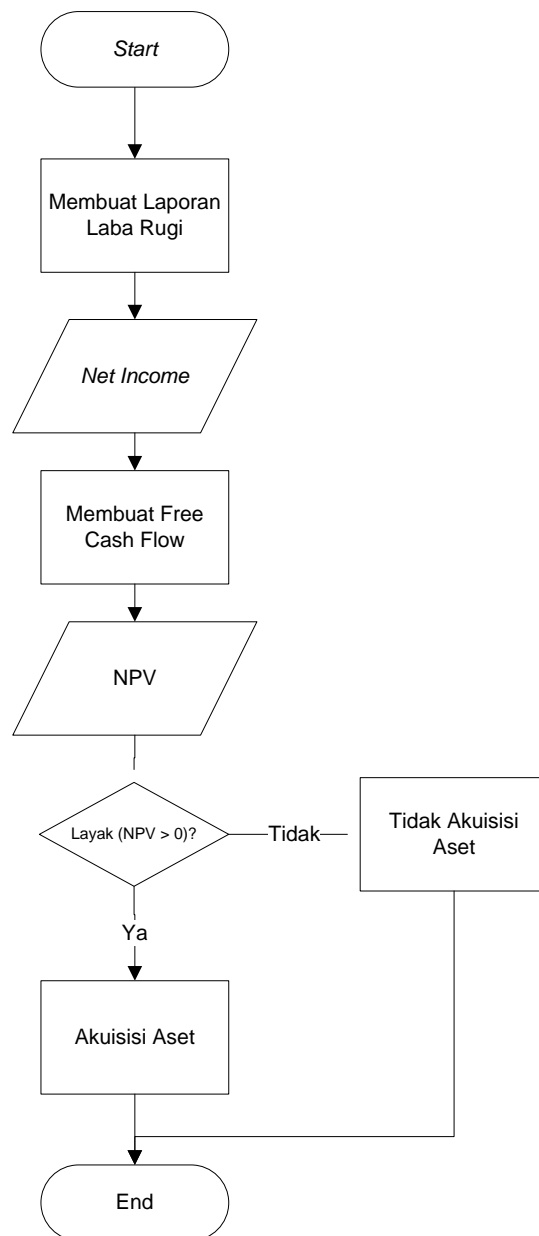
$$\text{Total Penalty} = (W.\text{Op.Min} - W.\text{Op Dilakukan}) \times \text{Penalty per Unit Waktu} \quad (4.6)$$

dengan syarat *W.Op. Dilakukan* lebih kecil *W.Op.Min*.

Biaya investasi, biaya operasi, biaya *corrective maintenance*, biaya *preventive maintenance* dan *revenue* yang telah didapatkan akan menjadi *input* pada *cash flow* yang digunakan untuk menghitung *NPV* kelayakan akuisisi aset.

4.3 Tahap 3: Perhitungan Parameter Kelayakan

Terdapat beberapa parameter kelayakan, yaitu *NPV*, *IRR* dan *Payback Period*. Pada penelitian ini parameter yang digunakan adalah *NPV* dikarenakan konversi *time value of money*-nya lebih mudah untuk dilakukan. Ketika pada periode tertentu (bukan periode awal) terjadi nilai *cash flow* yang negatif, maka nilai parameter *IRR* sulit untuk dihitung. Selain itu, dengan menghitung *NPV*, *Payback Period* akan mudah untuk dihitung. Berikut *flowchart* yang akan menjelaskan langkah-langkah yang perlu dilakukan, disajikan pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 3 *Flowchart* Tahap Perhitungan NPV Kelayakan Akusisi Aset

Nilai NPV didapatkan dengan menyusun sebuah *Free Cash Flow*. Sebelum dapat menyusun sebuah *Free Cash Flow*, perlu disusun sebuah Laporan Laba Rugi. *Output* dari Laporan Laba Rugi ini adalah *Net Income* yang merupakan *input* dari yang dibutuhkan dalam menyusun sebuah *Free Cash Flow*. *Input* untuk menghitung *net income* adalah *output* dari tahapan sebelumnya, yaitu biaya investasi, biaya operasi, biaya *corrective maintenance*, biaya *preventive maintenance* dan *revenue*. Jika NPV lebih besar dari nol, maka akuisisi aset

dinyatakan layak dan lanjut pada tahapan selanjutnya. Jika tidak, maka akuisisi aset tidak layak dilakukan.

Dikarenakan variabel input pada Model MORI ada yang bersifat *uncertain*, maka pengambilan keputusan kelayakan akuisisi aset didasari pada probabilitas terjadinya NPV yang layak. Jika disimulasikan, input-input yang *uncertain* berarti nilai dari *input* memiliki *range* tertentu (nilai minimum dan nilai maksimum). Hal ini tentunya akan menyebabkan *output* NPV yang memiliki *range* tertentu pula. Merupakan hal yang mungkin bila *range* ini berada pada nilai minimum negative dan nilai maksimum positif. Ketika hal ini terjadi maka sebenarnya suatu akuisisi aset ini masih berisiko untuk menghasilkan NPV yang tidak layak, sehingga pengambilan keputusan bukan lagi dilihat melalui satu NPV saja melainkan dilihat melalui probabilitas kelayakan akuisisi aset tersebut (probabilitas NPV yang dihasilkan melalui proses simulasi lebih besar atau sama dengan nol).

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 5

UJI NUMERIK DAN PENGEMBANGAN MODEL SIMULASI

Dalam Bab 5 ini akan dilakukan *running* simulasi dengan menggunakan data *dummy*. Berikut adalah data *dummy* yang akan digunakan dalam *running* simulasi.

Tabel 5. 1 Data *Dummy* Biaya Investasi, Preventive Maintenance, Corrective Maintenance, Penalty Cost, Revenue dan Bonus Revenue.

Deskripsi	Nilai
Eskalasi	3%
<i>Shape Parameter</i>	6.889
<i>Scale Parameter</i>	67.989
Hari dalam Setahun	365
Hari Harus Available (Hari)	350
Investasi (CAPEX Awal) (\$)	2000000.00
<i>PM Cost</i> (\$)	2000.00
<i>Variable Operation Cost</i> (\$)	500.00
<i>Fixed Operation Cost</i> (\$)	20000.00
<i>Penalty Cost</i> (\$)	2000.00
<i>Revenue</i> (\$)	555000.00
<i>Bonus Revenue</i> (\$)	5000.00

Pada Tabel 5.1 berisikan data-data umum yang digunakan untuk dalam uji numerik ini. Data-data umum tersebut terdiri dari eskalasi, parameter Weibull dan berbagai jenis biaya. Selain data-data umum tersebut, terdapat data-data lain yang diperlukan, seperti data tambahan investasi (CAPEX) per tahun dan berikut adalah rinciannya.

Tabel 5. 2 Data Tambahan Investasi (CAPEX) Selama *Life Cycle*

<i>Year</i>	<i>Added CAPEX</i>
2017	\$ 3,000.00
2018	\$ 4,000.00
2019	

<i>Year</i>	<i>Added CAPEX</i>
2020	\$ 2,000.00
2021	\$ 6,000.00
2022	\$ 7,000.00
2023	
2024	
2025	
2026	\$ 10,000.00
2027	
2028	
2029	
2030	\$ 2,000.00
2031	\$ 1,000.00
2032	\$ 2,000.00
2033	\$ 2,000.00
2034	
2035	
2036	

Tambahan CAPEX melambangkan terjadi investasi lain terkait aset diluar investasi akuisisi aset di awal tahun. Selain itu, terdapat data tipe *failure* . Berikut rinciannya terdapat pada Tabel 5.3.

Tabel 5. 3 Contoh Data Tipe *Failure* Tahun 2017

<i>Failure Type</i>	<i>Probability</i>	<i>Corrective Maintenance Fixed Cost</i>	<i>Corrective Maintenance Var Cost /day</i>	<i>Mean Repair Time</i>	<i>Deviation Repair Time</i>
1	20.00%	\$ 8,000.00	\$ 1,000.00	2	0.4
2	20.00%	\$ 3,200.00	\$ 500.00	3	0.5
3	20.00%		\$ 3,000.00	3	0.2
4	20.00%	\$ 315.00	\$ 2,200.00	5	0.4
5	20.00%	\$ 4,000.00	\$ -	2	0.5

Dapat dilihat melalui Tabel 5.3 tersebut bahwa setiap tipe *failure* yang berbeda akan dikenakan biaya yang *corrective maintenance* yang berbeda, baik *fixed cost* maupun *variable cost*. Selain itu, setiap tipe *failure* yang berbeda akan mempengaruhi lama *time to repair*. Pada data *dummy* ini diasumsikan *time to*

repair berdistribusi normal dengan parameter sesuai dengan tipe *failure*-nya. Asumsi lainnya adalah *preventive maintenance time* berdistribusi normal(17,0.5).

5.1 Simulasi Model

Sesuai dengan model konseptual yang telah dibuat, tahapan pertama yang perlu dilakukan dalam langkah ini adalah menghitung biaya *corrective maintenance*, biaya *preventive maintenance* dan waktu operasi. Sebelum itu, harus dilakukan *fitting* distribusi terhadap variabel-variabel input yang *uncertain*, yaitu *preventive maintenance time*, *time to failure*, *time to repair* dan tipe *failure*.

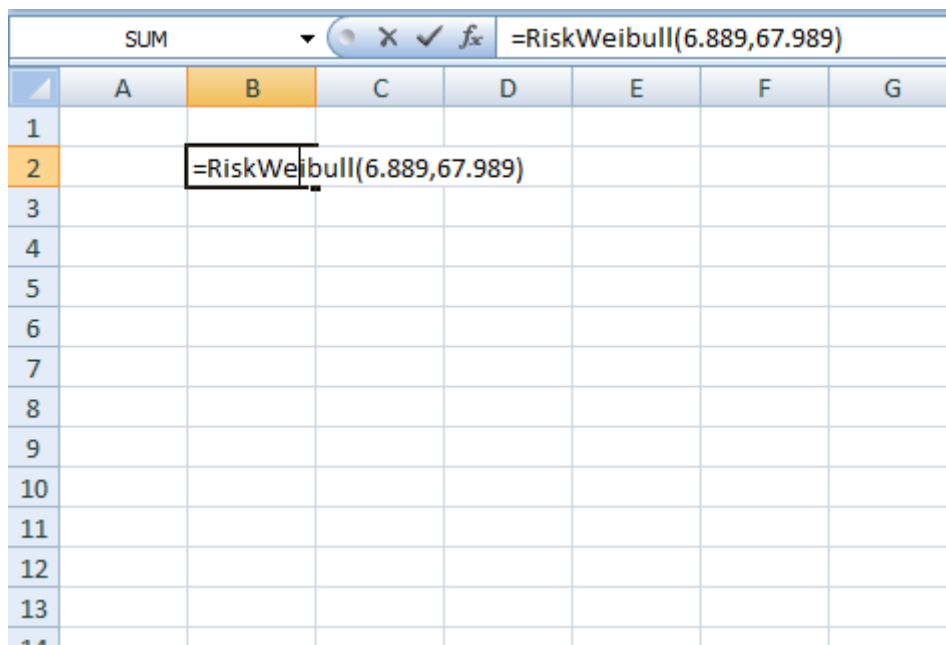
Distribusi dari variabel-variabel ini didapatkan melalui data historisnya. Data historis tersebut kemudian akan di-*fitting* untuk melihat distribusi dan parameter-parameternya. *Fitting* distribusi dapat dilakukan dengan berbagai macam cara atau *software*. Pada penelitian, *fitting* distribusi dilakukan dengan menggunakan @RISK. Berikut data dan hasil *fitting* distribusi untuk variabel input *time to failure*.

Tabel 5. 4 Data dan Hasil *Fitting* Distribusi Variabel Input *Time to Failure*

<i>No Failure</i>	Data MTTF
1	54
2	55
3	45
4	53
5	20
6	65
7	40
8	36
9	45
10	55
11	42
12	43
13	54
14	50
15	65
16	45
17	54
18	55

...	...
162	20
Distribusi	Weibull(6.889,67.989)

Didapatkan bahwa *time to failure* memiliki distribusi Weibull(6.889,67.989). Pada kondisi nyatanya, *failure* akan terjadi semakin sering seiring waktu, sehingga untuk menggambarkan hal ini, *scale parameter* yang didapatkan akan dikurangi 1 setiap tahunnya. Setelah didapatkan distribusi dari angka-angka tersebut, selanjutnya akan di-generate bilangan *random* dengan menggunakan Simulasi Monte Carlo.



	A	B	C	D	E	F	G
1							
2		=RiskWeibull(6.889,67.989)					
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							

Gambar 5. 1 Contoh *Generate Bilangan Random* dengan @RISK

Simulasi model akan dilakukan dengan mengambil contoh *running* untuk tahun 2018 untuk 1000 iterasi dengan menggunakan @RISK. Tahun 2018 dipilih sebagai contoh dikarenakan merupakan tahun genap dimana semua biaya, termasuk biaya *preventive*, akan muncul. Berikut adalah tabel data tipe *failure* untuk tahun 2018.

Tabel 5. 5 Data Tipe *Failure* Tahun 2018

Type Failure	Probability	Fixed Cost	Var Cost /day	Mean Repair Time (Days)	Deviation Repair Time (Days)
1	26.67%	\$ 8,240.00	\$ 1,030.00	2	0.4
2	16.67%	\$ 3,296.00	\$ 515.00	3	0.5
3	16.67%	0	\$ 3,090.00	3	0.2
4	23.33%	\$ 324.45	\$ 2,266.00	5	0.4
5	16.67%	\$ 4,120.00	\$ -	2	0.5

Berikut merupakan contoh hasil *generate random data* untuk tahun 2018 dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5. 6 Contoh *Generate Random Data* Tahun 2018

No	Time to Failure	Start to Fail	Repair Time	End of Fail	Type of Failure	Fixed Corrective Cost	Var Corrective Cost
		-					
1	69.96	69.96	3.10	73.06	3	-	9,579.42
2	65.75	135.71	3.15	138.87	3	-	9,461.25
3	67.64	203.35	2.19	205.54	5	4,000.00	-
4	76.83	280.18	2.11	282.29	1	8,000.00	2,110.48
5	50.78	330.96	5.11	336.07	4	315.00	11,248.89
0	59.21	-	-	-	-	-	-
0	66.03	-	-	-	-	-	-
0	72.04	-	-	-	-	-	-
0	72.86	-	-	-	-	-	-
0	64.40	-	-	-	-	-	-
0	72.61	-	-	-	-	-	-
0	79.39	-	-	-	-	-	-
0	53.34	-	-	-	-	-	-
0	69.01	-	-	-	-	-	-
0	54.06	-	-	-	-	-	-
0	73.10	-	-	-	-	-	-
0	70.68	-	-	-	-	-	-
0							

No	Time to Failure	Start to Fail	Repair Time	End of Fail	Type of Failure	Fixed Corrective Cost	Var Corrective Cost
	59.89	-	-	-	-	-	-
0	62.95	-	-	-	-	-	-
0	66.73	-	-	-	-	-	-
0	59.08	-	-	-	-	-	-
0	36.34	-	-	-	-	-	-
0	52.20	-	-	-	-	-	-
0	54.35	-	-	-	-	-	-
0	63.65	-	-	-	-	-	-
0	54.27	-	-	-	-	-	-
5			15.67			\$ 12,315.00	\$ 32,400.04

Bagian yang diberi *shading* jingga merupakan total jumlah *failure* yang terjadi pada tahun 2018, bagian yang diberi *shading* hijau merupakan total *time to repair* dan bagian yang diberi *shading* biru merupakan total *fixed* dan *variable cost* dari *corrective maintenance*. Setelah dilakukan *generate random data*, maka dapat dihitung hasil simulasi dan berikut adalah tabel rinciannya pada tahun 2018.

Tabel 5. 7 Contoh Hasil Simulasi Tahap 1 dan Tahap 2 Tahun 2018

Deskripsi	Nilai
<i>Operation Time</i> (Hari)	329.68
<i>PM Time</i> (Hari)	17.09166972
Hari Harus Available	332.9083303
<i>Operation Cost</i> (\$)	196095.86
<i>Penalty Cost</i> (\$)	6853.47
<i>Revenue</i> (\$)	588799.50
<i>CM Cost</i> (\$)	42342.52
<i>Bonus Revenue</i> (\$)	0.00

Setelah didapatkan hasil simulasi tahapan pertama dan kedua, maka dilakukan pembuatan laporan laba rugi dan berikut adalah contohnya.

Tabel 5. 8 Contoh Laporan Laba Rugi

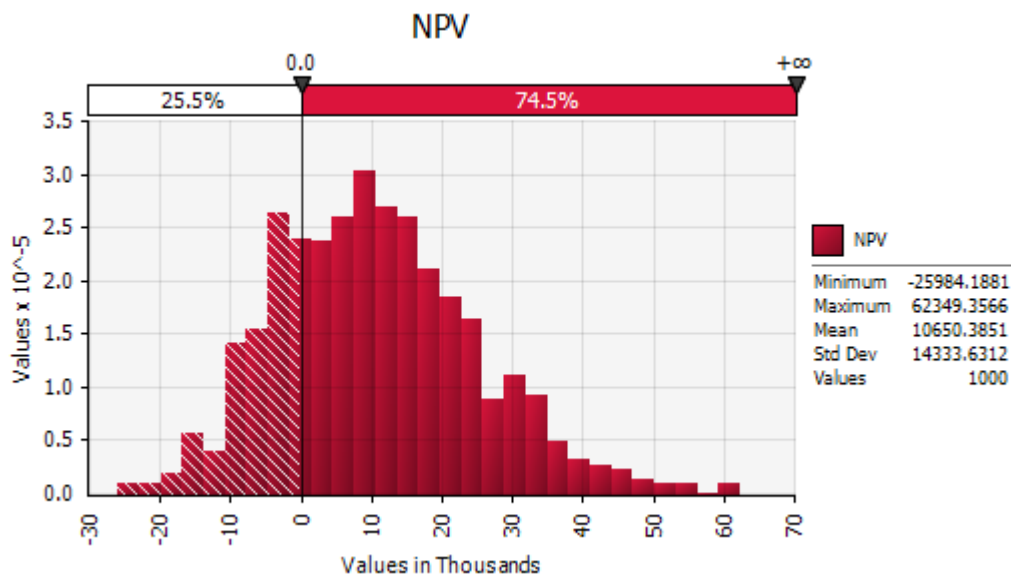
Deskripsi	2016	2017	2018
Pendapatan			
<i>Revenue</i>		571650.00	588799.50
<i>Bonus</i>		0.00	31252.94
Penjualan Aset			
Total Revenue	0.00	571650.00	620052.44
OPEX			
<i>PM Cost</i>		0.00	2121.80
<i>Operation Cost</i>		192631.36	200876.31
<i>CM Cost</i>		33716.34	26395.45
Biaya Lain-lain			
<i>Penalty Cost</i>		1974.55	0.00
Total Cost	0.00	228322.26	229393.56
Depresiasi Investasi Tahun 2016		1900000.00	1800000.00
Depresiasi Investasi Tahun 2017			2850.00
Depresiasi Investasi Tahun 2018			
Depresiasi Investasi Tahun 2020			
Depresiasi Investasi Tahun 2021			
Depresiasi Investasi Tahun 2022			
Depresiasi Investasi Tahun 2023			
Depresiasi Investasi Tahun 2030			
Depresiasi Investasi Tahun 2031			
Depresiasi Investasi Tahun 2032			
Depresiasi Investasi Tahun 2033			
Total Depresiasi	0.00	1900000.00	1802850.00
Earnings Before Taxes	0.00	-1522955.91	-1385795.67
<i>Tax</i>	0.25	0.00	0.00
Earnings After Taxes (Net Income)	0.00	-1522955.91	-1385795.67

Setelah laporan laba rugi dibuat, selanjutnya dilakukan pembuatan *free cash flow* dan berikut adalah contohnya.

Tabel 5. 9 Contoh *Free Cash Flow*

Deskripsi	2016	2017	2018	
<i>Net Income</i>	0.00	-1528860.10	-1416494.13	
Depresiasi	0.00	1900000.00	1802850.00	
<i>Inflow</i>	0.00	371139.90	386355.87	
Investasi	2000000.00	3000.00	4000.00	
<i>Outflow</i>	2000000.00	3000.00	4000.00	
<i>Total Net Cash Flow</i>	-2000000.00	368139.90	382355.87	
<i>Accumulated Net Cash Flow</i>	-2000000.00	-1631860.10	-1249504.23	
<i>Discounted Net Cash Flow</i>	15%	-2000000.00	320121.65	289115.97
<i>Accumulated Discounted Net Cash Flow</i>	-2000000.00	-1679878.35	-1390762.38	

Setelah dibuat *free cash flow*, dapat dihitung NPV akuisisi aset. NPV yang dihasilkan memiliki rentang nilai \$-25984.1881 hingga \$62349.3566 seperti dapat dilihat pada Gambar 5.2 berikut.



Gambar 5. 2 Grafik Pergerakan NPV

5.2 Analisis Model

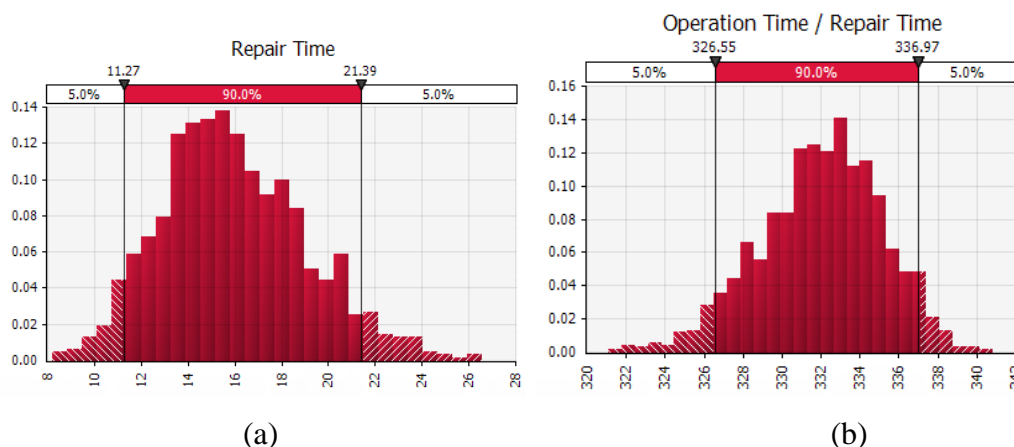
Pada tahapan ini akan dijelaskan mengenai analisis terhadap hasil simulasi pada tahap sebelumnya. Secara umum terdapat dua analisis, yaitu 1) analisis kemampuan model dalam mengakomodasi keterkaitan antar *input* yang memiliki *uncertainty* dan *output* terkait serta 2) analisis kemampuan dalam mengakomodasi *uncertainty* dilihat dari pengambilan keputusan akuisisi aset. Pada analisis keterkaitan antar *input* yang memiliki *uncertainty* dan *output* terkait akan dilakukan pengecekan apakah hubungan keterkaitan antar *input* dan *output* sesuai dengan hubungan yang telah dijelaskan sebelumnya. Berikut adalah tabel pergerakan *input* yang memiliki *uncertainty* dan *output* terkait Model Integrasi MORI yang digambarkan dalam bentuk beberapa parameter hasil *running @RISK* untuk tahun 2018.

Tabel 5. 10 Tabel Rekap Pergerakan *Input* yang Memiliki *Uncertainty* dan *Output* Terkait

<i>Input dan Output</i>	Nilai <i>Min</i>	Nilai <i>Max</i>	<i>Mean</i>
<i>Time to Failure ke-1 (Hari)</i>	23.6422	90.2385	62.6161
<i>Total Time to Repair (Hari)</i>	8.4064	27.5604	15.9901
<i>Preventive Maintenance Time (Hari)</i>	15.4133	18.5515	17
Waktu Operasi (Hari)	318.9478	339.8035	332.0099
Biaya Operasi (\$)	191536.8974	197341.5197	202004.2081
Biaya <i>Corrective Maintenance</i> (\$)	17059.1398	71536.0264	41824.2020
<i>Bonus Revenue</i> (\$)	0	34975.7059	4291.2817
<i>Penalty Cost</i> (\$)	0	26650.6685	3817.3986

Dapat dilihat bahwa seluruh *input* dan *output* memiliki nilai minimum dan maksimum yang berbeda nilainya. Hal ini menandakan bahwa terdapat pergerakan pada semua *input* dan *output* tersebut. Untuk menunjukkan keterkaitan, diambil contoh hubungan antara *time to repair* dengan waktu operasi.

Uncertainty pada *total time to repair* menyebabkan pergerakan pada waktu operasi seperti dapat dilihat pada gambar perbandingan berikut.



Gambar 5. 3 (a) Grafik Pergerakan *Time to Repair*; (b) Grafik Pergerakan Waktu Operasi

Melalui Gambar 5.3, dapat dilihat bahwa pergerakan grafik *time to repair* menyebabkan pergerakan terhadap waktu operasi. Hal ini pun terjadi pada hubungan *input* yang memiliki *uncertainty* dengan *output* yang lainnya. Hal ini menandakan bahwa Model Integrasi MORI ini dapat mengakomodasi keterkaitan yang ada pada komponen-komponen penyusunnya.

Pada analisis pengaruh *uncertainty* terhadap pengambilan keputusan, akan ditinjau tingkat probabilitas kelayakan akuisisi aset. Pada analisa kelayakan akuisisi aset tanpa mempertimbangkan *uncertainty*, pengambilan keputusan dilakukan dengan cara melihat sebuah NPV. Hal ini tidak sesuai dengan kondisi nyatanya dikarenakan pasti terdapat *uncertainty* pada variabel-variabel yang mempengaruhi. Jika seperti itu, pengambilan keputusan tidak lagi mengacu pada nilai NPV, namun mengacu pada probabilitas suatu akuisisi aset dikatakan layak. Probabilitas dihitung pada rentang nilai NPV yang lebih dari nol. Apabila dilihat melalui Gambar 5.2, akuisisi aset tidak selalu menghasilkan NPV yang layak. Probabilitas bahwa akuisisi aset tersebut layak dilakukan adalah sebesar 74.5%. Melalui hal ini berarti Model Integrasi MORI dapat menunjukkan probabilitas kelayakan suatu akuisisi aset untuk mengakomodasi pengambilan keputusan terkait *uncertainty* yang ada.

LAMPIRAN

Lampiran 1 – Data Tipe Failure dan Hasil Simulasi Tahapan Pertama dan Kedua Tahun 2017

2017							
		Tipe Failure	Probability	Fixed Cost	Var Cost /day	<i>Mean Repair Time</i>	<i>Deviation Repair Time</i>
		1.00	0.20	8000.00	1000.00	2.00	0.40
		2.00	0.20	3200.00	500.00	3.00	0.50
		3.00	0.20		3000.00	3.00	0.20
		4.00	0.20	315.00	2200.00	5.00	0.40
		5.00	0.20	4000.00	0.00	2.00	0.50

<i>No Failure</i>	<i>Time to Failure</i>	<i>Start to Fail</i>	<i>Repair Time</i>	<i>End of Fail</i>	<i>Type of Failure</i>	<i>Fixed Corrective Cost</i>	<i>Var Corrective Cost</i>
		0.00					
1.00	54.60	54.60	3.40	58.00	2.00	3200.00	1700.54
2.00	68.42	123.02	5.51	128.53	4.00	315.00	12118.98
3.00	75.31	198.33	0.83	199.15	5.00	4000.00	0.00
4.00	59.76	258.09	2.49	260.58	5.00	4000.00	0.00
5.00	63.09	321.18	5.08	326.27	4.00	315.00	11182.81
0.00	51.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	64.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	51.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	57.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	70.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

<i>No Failure</i>	<i>Time to Failure</i>	<i>Start to Fail</i>	<i>Repair Time</i>	<i>End of Fail</i>	<i>Type of Failure</i>	<i>Fixed Corrective Cost</i>	<i>Var Corrective Cost</i>
0.00	47.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	57.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	52.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	48.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	78.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	41.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	52.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	53.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	74.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	66.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	62.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	61.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	70.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	67.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	61.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	69.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.00			17.31			11830.00	25002.33

Operation Time	347.69
<i>PM Time</i>	0.00
Hari Harus Available	350.00
Operation Cost	191937.71
Penalty Cost	4749.16
Revenue	571650.00
CM Cost	36832.33
Bonus Revenue	0.00
Added CAPEX	3000.00

Lampiran 2 – Data Tipe Failure dan Hasil Simulasi Tahapan Pertama dan Kedua Tahun 2018

2018							
		<i>Tipe Failure</i>	<i>Probability</i>	<i>Fixed Cost</i>	<i>Var Cost /day</i>	<i>Mean Repair Time</i>	<i>Deviation Repair Time</i>
		1.00	0.17	8240.00	1030.00	2.00	0.40
		2.00	0.20	3296.00	515.00	3.00	0.50
		3.00	0.17	0.00	3090.00	3.00	0.20
		4.00	0.23	324.45	2266.00	5.00	0.40
		5.00	0.23	4120.00	0.00	2.00	0.50

<i>No Failure</i>	<i>Time to Failure</i>	<i>Start to Fail</i>	<i>Repair Time</i>	<i>End of Fail</i>	<i>Type of Failure</i>	<i>Fixed Corrective Cost</i>	<i>Var Corrective Cost</i>
		0.00					
1.00	69.16	69.16	5.28	74.44	4.00	324.45	11970.84
2.00	65.07	134.23	3.22	137.46	3.00	0.00	9669.40
3.00	63.17	197.40	2.44	199.84	1.00	8000.00	2436.57
4.00	68.71	266.11	2.12	268.23	1.00	8000.00	2122.55
5.00	68.04	334.15	2.99	337.14	3.00	0.00	8973.65
0.00	66.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	66.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	56.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	57.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	58.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	58.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

<i>No Failure</i>	<i>Time to Failure</i>	<i>Start to Fail</i>	<i>Repair Time</i>	<i>End of Fail</i>	<i>Type of Failure</i>	<i>Fixed Corrective Cost</i>	<i>Var Corrective Cost</i>
0.00	70.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	65.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	60.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	44.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	75.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	73.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	53.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	57.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	68.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	68.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	37.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	57.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	50.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	76.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	59.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.00			16.06			16324.45	35173.02

Operation Time	331.30
<i>PM Time</i>	17.65
Hari Harus Available	332.35
Operation Cost	196954.91
Penalty Cost	2241.22
Revenue	588799.50
CM Cost	51497.47
Bonus Revenue	0.00
Added CAPEX	4000.00

Lampiran 3 – Data Tipe Failure dan Hasil Simulasi Tahapan Pertama dan Kedua Tahun 2019

2018							
		<i>Tipe Failure</i>	<i>Probability</i>	<i>Fixed Cost</i>	<i>Var Cost /day</i>	<i>Mean Repair Time</i>	<i>Deviation Repair Time</i>
		1.00	0.17	8240.00	1030.00	2.00	0.40
		2.00	0.20	3296.00	515.00	3.00	0.50
		3.00	0.17	0.00	3090.00	3.00	0.20
		4.00	0.23	324.45	2266.00	5.00	0.40
		5.00	0.23	4120.00	0.00	2.00	0.50

<i>No Failure</i>	<i>Time to Failure</i>	<i>Start to Fail</i>	<i>Repair Time</i>	<i>End of Fail</i>	<i>Type of Failure</i>	<i>Fixed Corrective Cost</i>	<i>Var Corrective Cost</i>
		0.00					
1.00	69.16	69.16	5.28	74.44	4.00	324.45	11970.84
2.00	65.07	134.23	3.22	137.46	3.00	0.00	9669.40
3.00	63.17	197.40	2.44	199.84	1.00	8000.00	2436.57
4.00	68.71	266.11	2.12	268.23	1.00	8000.00	2122.55
5.00	68.04	334.15	2.99	337.14	3.00	0.00	8973.65
0.00	66.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	66.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	56.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	57.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	58.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	58.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

<i>No Failure</i>	<i>Time to Failure</i>	<i>Start to Fail</i>	<i>Repair Time</i>	<i>End of Fail</i>	<i>Type of Failure</i>	<i>Fixed Corrective Cost</i>	<i>Var Corrective Cost</i>
0.00	70.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	65.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	60.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	44.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	75.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	73.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	53.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	57.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	68.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	68.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	37.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	57.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	50.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	76.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	59.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.00			16.06			16324.45	35173.02

Operation Time	349.09
<i>PM Time</i>	0.00
Hari Harus Available	350.00
Operation Cost	212584.27
Penalty Cost	1990.00
Revenue	606463.49
CM Cost	39975.06
Bonus Revenue	0.00
Added CAPEX	0.00

Lampiran 4 – Data Tipe Failure dan Hasil Simulasi Tahapan Pertama dan Kedua Tahun 2020

2020							
		Type Failure	Probability	Fixed Cost	Var Cost /day	Mean Repair Time	Deviation Repair Time
		1.00	0.17	8741.82	1092.73	2.00	0.40
		2.00	0.24	3496.73	546.36	3.00	0.50
		3.00	0.17	0.00	3278.18	3.00	0.20
		4.00	0.20	344.21	2404.00	5.00	0.40
		5.00	0.22	4370.91	0.00	2.00	0.50

	Failure	Start to Fail	Repair Time	End of Fail	Type of Failure	Fixed Corrective Cost	Var Corrective Cost
		0.00					
1.00	57.05	57.05	3.09	60.14	3.00	0.00	10135.31
2.00	42.00	99.05	4.15	103.19	4.00	315.00	9119.62
3.00	59.87	158.91	1.81	160.72	1.00	8000.00	1805.35
4.00	57.93	216.84	3.27	220.11	3.00	0.00	9817.26
5.00	58.33	275.17	2.27	277.44	1.00	8000.00	2270.03
6.00	56.07	331.25	3.42	334.66	2.00	3200.00	1709.14
0.00	76.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	71.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	64.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	63.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	70.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	<i>Failure</i>	<i>Start to Fail</i>	<i>Repair Time</i>	<i>End of Fail</i>	<i>Type of Failure</i>	<i>Fixed Corrective Cost</i>	<i>Var Corrective Cost</i>
0.00	62.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	64.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	43.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	57.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	60.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	65.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	67.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	59.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	68.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	49.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	51.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	46.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	45.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	54.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	50.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.00			18.00			19515.00	34856.71

Operation Time	329.70
<i>PM Time</i>	17.30
Hari Harus Available	332.70
Operation Cost	208047.55
Penalty Cost	6760.06
Revenue	624657.39
CM Cost	54371.71
Bonus Revenue	0.00
Added CAPEX	2000.00

Lampiran 5 – Data Tipe Failure dan Hasil Simulasi Tahapan Pertama dan Kedua Tahun 2021

2021							
		Type Failure	Probability	Fixed Cost	Var Cost /day	Mean Repair Time	Deviation Repair Time
		1.00	0.17	9004.07	1125.51	2.00	0.40
		2.00	0.26	3601.63	562.75	3.00	0.50
		3.00	0.17	0.00	3376.53	3.00	0.20
		4.00	0.17	354.54	2476.12	5.00	0.40
		5.00	0.23	4502.04	0.00	2.00	0.50

	Failure	Start to Fail	Repair Time	End of Fail	Type of Failure	Fixed Corrective Cost	Var Corrective Cost
		0.00					
1.00	51.63	51.63	2.44	54.07	1.00	9004.07	2746.27
2.00	55.79	107.42	2.63	110.05	2.00	3200.00	1315.25
3.00	65.50	172.92	3.98	176.91	2.00	3200.00	1991.90
4.00	57.31	230.23	2.71	232.94	2.00	3200.00	1355.67
5.00	66.88	297.11	1.29	298.40	5.00	4000.00	0.00
0.00	77.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	50.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	60.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	55.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	59.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	39.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	<i>Failure</i>	<i>Start to Fail</i>	<i>Repair Time</i>	<i>End of Fail</i>	<i>Type of Failure</i>	<i>Fixed Corrective Cost</i>	<i>Var Corrective Cost</i>
0.00	49.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	45.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	74.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	36.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	68.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	67.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	62.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	61.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	45.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	61.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	52.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	62.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	52.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	74.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	69.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.00			13.05			22604.07	7409.09

Operation Time	351.95
<i>PM Time</i>	0.00
Hari Harus Available	350.00
Operation Cost	227186.44
Penalty Cost	0.00
Revenue	643397.11
CM Cost	30013.16
Bonus Revenue	11279.91
Added CAPEX	6000.00

Lampiran 6 – Data Tipe Failure dan Hasil Simulasi Tahapan Pertama dan Kedua Tahun 2022

2022							
		Tipe Failure	Probability	Fixed Cost	Var Cost /day	Mean Repair Time	Deviation Repair Time
		1.00	0.21	9274.19	1159.27	2.00	0.40
		2.00	0.21	3709.68	579.64	3.00	0.50
		3.00	0.25	0.00	3477.82	3.00	0.20
		4.00	0.21	365.17	2550.40	5.00	0.40
		5.00	0.13	4637.10	0.00	2.00	0.50

	Failure	Start to Fail	Repair Time	End of Fail	Type of Failure	Fixed Corrective Cost	Var Corrective Cost
		0.00					
1.00	39.13	39.13	2.20	41.33	1.00	9274.19	2549.16
2.00	56.90	96.03	5.22	101.25	4.00	315.00	11478.12
3.00	55.46	151.49	3.60	155.09	5.00	4000.00	0.00
4.00	41.50	192.99	3.18	196.17	3.00	0.00	9540.40
5.00	68.97	261.96	2.97	264.93	3.00	0.00	8897.14
6.00	68.68	330.64	3.54	334.18	2.00	3200.00	1769.97
0.00	64.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	42.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	50.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	55.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	53.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	<i>Failure</i>	<i>Start to Fail</i>	<i>Repair Time</i>	<i>End of Fail</i>	<i>Type of Failure</i>	<i>Fixed Corrective Cost</i>	<i>Var Corrective Cost</i>
0.00	34.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	55.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	64.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	73.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	50.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	59.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	49.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	71.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	41.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	57.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	49.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	59.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	36.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	47.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	70.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.00			20.70			16789.19	34234.79

Operation Time	327.39
<i>PM Time</i>	16.91
Hari Harus Available	333.09
Operation Cost	219339.32
Penalty Cost	13618.22
Revenue	662699.02
CM Cost	51023.98
Bonus Revenue	0.00
Added CAPEX	7000.00

Lampiran 7 – Data Tipe Failure dan Hasil Simulasi Tahapan Pertama dan Kedua Tahun 2023

2023							
		Type Failure	Probability	Fixed Cost	Var Cost /day	Mean Repair Time	Deviation Repair Time
		1.00	0.22	9552.42	1194.05	2.00	0.40
		2.00	0.17	3820.97	597.03	3.00	0.50
		3.00	0.20	0.00	3582.16	3.00	0.20
		4.00	0.20	376.13	2626.92	5.00	0.40
		5.00	0.20	4776.21	0.00	2.00	0.50

	Failure	Start to Fail	Repair Time	End of Fail	Type of Failure	Fixed Corrective Cost	Var Corrective Cost
		0.00					
1.00	49.78	49.78	3.05	52.83	3.00	0.00	10916.65
2.00	45.14	94.92	5.06	99.98	4.00	315.00	11126.42
3.00	65.30	160.22	1.70	161.92	1.00	8000.00	1704.08
4.00	50.94	211.16	2.69	213.85	2.00	3200.00	1345.61
5.00	71.98	283.14	1.70	284.84	5.00	4000.00	0.00
6.00	60.77	343.91	3.07	346.98	3.00	0.00	9208.40
0.00	47.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	33.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	58.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	61.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	48.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	<i>Failure</i>	<i>Start to Fail</i>	<i>Repair Time</i>	<i>End of Fail</i>	<i>Type of Failure</i>	<i>Fixed Corrective Cost</i>	<i>Var Corrective Cost</i>
0.00	60.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	57.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	65.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	66.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	49.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	44.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	63.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	57.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	50.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	45.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	46.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	49.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	36.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	59.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	52.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.00			17.27			15515.00	34301.16

Operation Time	347.73
<i>PM Time</i>	0.00
Hari Harus Available	350.00
Operation Cost	238430.31
Penalty Cost	5580.39
Revenue	682580.00
CM Cost	49816.16
Bonus Revenue	0.00
Added CAPEX	0.00

Lampiran 8 – Data Tipe Failure dan Hasil Simulasi Tahapan Pertama dan Kedua Tahun 2024

2024							
		Type Failure	Probability	Fixed Cost	Var Cost /day	Mean Repair Time	Deviation Repair Time
		1.00	0.27	9838.99	1229.87	2.00	0.40
		2.00	0.16	3935.60	614.94	3.00	0.50
		3.00	0.14	0.00	3689.62	3.00	0.20
		4.00	0.19	387.41	2705.72	5.00	0.40
		5.00	0.25	4919.50	0.00	2.00	0.50

	Failure	Start to Fail	Repair Time	End of Fail	Type of Failure	Fixed Corrective Cost	Var Corrective Cost
		0.00					
1.00	70.13	70.13	1.93	72.06	5.00	4919.50	0.00
2.00	62.04	132.17	2.12	134.29	1.00	8000.00	2115.26
3.00	48.75	180.92	6.22	187.14	4.00	315.00	13678.71
4.00	62.48	243.41	2.90	246.31	2.00	3200.00	1450.13
5.00	68.96	312.37	4.84	317.21	4.00	315.00	10647.63
0.00	68.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	60.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	61.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	63.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	41.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	56.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	<i>Failure</i>	<i>Start to Fail</i>	<i>Repair Time</i>	<i>End of Fail</i>	<i>Type of Failure</i>	<i>Fixed Corrective Cost</i>	<i>Var Corrective Cost</i>
0.00	20.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	83.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	69.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	71.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	71.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	65.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	76.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	73.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	62.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	69.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	67.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	70.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	42.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	46.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	74.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.00			18.00			16749.50	27891.74

Operation Time	330.53
<i>PM Time</i>	16.46
Hari Harus Available	333.54
Operation Cost	234690.41
Penalty Cost	7610.93
Revenue	703057.40
CM Cost	44641.23
Bonus Revenue	0.00
Added CAPEX	0.00

Lampiran 9 – Data Tipe Failure dan Hasil Simulasi Tahapan Pertama dan Kedua Tahun 2025

2025							
		Tipe Failure	Probability	Fixed Cost	Var Cost /day	Mean Repair Time	Deviation Repair Time
		1.00	0.24	10134.16	1266.77	2.00	0.40
		2.00	0.21	4053.66	633.39	3.00	0.50
		3.00	0.25	0.00	3800.31	3.00	0.20
		4.00	0.14	399.03	2786.89	5.00	0.40
		5.00	0.17	5067.08	0.00	2.00	0.50

	Failure	Start to Fail	Repair Time	End of Fail	Type of Failure	Fixed Corrective Cost	Var Corrective Cost
		0.00					
1.00	60.89	60.89	1.78	62.67	1.00	10134.16	2256.72
2.00	66.46	127.34	3.45	130.79	3.00	0.00	10337.89
3.00	48.08	175.42	5.27	180.69	4.00	315.00	11597.54
4.00	44.63	220.05	2.18	222.24	1.00	8000.00	2183.77
5.00	47.83	267.89	2.93	270.82	3.00	0.00	8802.01
6.00	45.93	313.81	3.03	316.85	3.00	0.00	9099.40
0.00	65.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	61.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	53.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	61.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	44.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	<i>Failure</i>	<i>Start to Fail</i>	<i>Repair Time</i>	<i>End of Fail</i>	<i>Type of Failure</i>	<i>Fixed Corrective Cost</i>	<i>Var Corrective Cost</i>
0.00	46.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	72.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	56.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	40.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	45.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	37.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	45.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	68.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	62.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	56.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	53.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	68.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	52.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	60.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	39.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.00			18.65			18449.16	44277.34

Operation Time	346.35
<i>PM Time</i>	0.00
Hari Harus Available	350.00
Operation Cost	252049.59
Penalty Cost	9524.74
Revenue	724149.12
CM Cost	62726.50
Bonus Revenue	0.00
Added CAPEX	0.00

Lampiran 10 – Data Tipe Failure dan Hasil Simulasi Tahapan Pertama dan Kedua Tahun 2026

2026							
		Type Failure	Probability	Fixed Cost	Var Cost /day	Mean Repair Time	Deviation Repair Time
		1.00	0.23	10438.19	1304.77	2.00	0.40
		2.00	0.18	4175.27	652.39	3.00	0.50
		3.00	0.16	0.00	3914.32	3.00	0.20
		4.00	0.16	411.00	2870.50	5.00	0.40
		5.00	0.27	5219.09	0.00	2.00	0.50

	Failure	Start to Fail	Repair Time	End of Fail	Type of Failure	Fixed Corrective Cost	Var Corrective Cost
		0.00					
1.00	47.46	47.46	2.09	49.55	1.00	10438.19	2731.15
2.00	57.17	104.63	3.58	108.22	2.00	3200.00	1792.32
3.00	54.49	159.12	2.86	161.98	3.00	0.00	8589.71
4.00	56.30	215.42	2.62	218.04	1.00	8000.00	2617.65
5.00	48.48	263.90	1.88	265.78	1.00	8000.00	1875.94
6.00	37.75	301.65	1.56	303.21	1.00	8000.00	1560.12
7.00	50.33	351.98	1.90	353.89	5.00	4000.00	0.00
0.00	55.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	66.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	62.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	63.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	<i>Failure</i>	<i>Start to Fail</i>	<i>Repair Time</i>	<i>End of Fail</i>	<i>Type of Failure</i>	<i>Fixed Corrective Cost</i>	<i>Var Corrective Cost</i>
0.00	55.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	49.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	57.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	57.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	58.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	60.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	49.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	42.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	54.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	53.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	49.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	63.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	60.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	54.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	47.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7.00			16.50			41638.19	19166.89

Operation Time	331.27
<i>PM Time</i>	17.23
Hari Harus Available	332.77
Operation Cost	249479.97
Penalty Cost	4029.42
Revenue	745873.59
CM Cost	60805.08
Bonus Revenue	0.00
Added CAPEX	10000.00

Lampiran 11 – Data Tipe Failure dan Hasil Simulasi Tahapan Pertama dan Kedua Tahun 2027

2027							
		Type Failure	Probability	Fixed Cost	Var Cost /day	Mean Repair Time	Deviation Repair Time
		1.00	0.18	10751.33	1343.92	2.00	0.40
		2.00	0.19	4300.53	671.96	3.00	0.50
		3.00	0.24	0.00	4031.75	3.00	0.20
		4.00	0.21	423.33	2956.62	5.00	0.40
		5.00	0.19	5375.67	0.00	2.00	0.50

	Failure	Start to Fail	Repair Time	End of Fail	Type of Failure	Fixed Corrective Cost	Var Corrective Cost
		0.00					
1.00	62.84	62.84	2.31	65.15	5.00	5375.67	0.00
2.00	51.40	114.24	4.52	118.76	4.00	315.00	9940.62
3.00	65.89	180.13	2.95	183.07	3.00	0.00	8843.43
4.00	48.42	228.55	5.18	233.72	4.00	315.00	11391.43
5.00	53.62	282.16	1.87	284.04	5.00	4000.00	0.00
6.00	55.27	337.44	2.20	339.64	1.00	8000.00	2201.22
0.00	55.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	50.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	51.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	52.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	57.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	<i>Failure</i>	<i>Start to Fail</i>	<i>Repair Time</i>	<i>End of Fail</i>	<i>Type of Failure</i>	<i>Fixed Corrective Cost</i>	<i>Var Corrective Cost</i>
0.00	61.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	51.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	51.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	46.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	53.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	54.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	38.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	50.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	58.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	55.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	38.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	50.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	69.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	81.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	53.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.00			19.03			18005.67	32376.70

Operation Time	345.97
<i>PM Time</i>	0.00
Hari Harus Available	350.00
Operation Cost	267136.44
Penalty Cost	11156.65
Revenue	768249.80
CM Cost	50382.37
Bonus Revenue	0.00
Added CAPEX	0.00

Lampiran 12 – Data Tipe Failure dan Hasil Simulasi Tahapan Pertama dan Kedua Tahun 2028

2028							
		Type Failure	Probability	Fixed Cost	Var Cost /day	Mean Repair Time	Deviation Repair Time
		1.00	0.25	11073.87	1384.23	2.00	0.40
		2.00	0.22	4429.55	692.12	3.00	0.50
		3.00	0.13	0.00	4152.70	3.00	0.20
		4.00	0.23	436.03	3045.31	5.00	0.40
		5.00	0.17	5536.94	0.00	2.00	0.50

	Failure	Start to Fail	Repair Time	End of Fail	Type of Failure	Fixed Corrective Cost	Var Corrective Cost
		0.00					
1.00	49.16	49.16	2.91	52.07	5.00	5536.94	0.00
2.00	53.46	102.63	3.00	105.63	3.00	0.00	8994.36
3.00	60.97	163.60	2.45	166.05	5.00	4000.00	0.00
4.00	62.52	226.12	2.68	228.80	2.00	3200.00	1340.17
5.00	51.71	277.83	1.76	279.59	1.00	8000.00	1755.74
6.00	56.62	334.45	2.20	336.66	1.00	8000.00	2202.78
0.00	59.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	56.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	57.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	30.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	52.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	<i>Failure</i>	<i>Start to Fail</i>	<i>Repair Time</i>	<i>End of Fail</i>	<i>Type of Failure</i>	<i>Fixed Corrective Cost</i>	<i>Var Corrective Cost</i>
0.00	49.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	36.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	46.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	69.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	44.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	56.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	57.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	56.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	58.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	56.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	60.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	49.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	51.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	44.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	69.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.00			14.99			28736.94	14293.05

Operation Time	333.60
<i>PM Time</i>	16.41
Hari Harus Available	333.59
Operation Cost	266334.52
Penalty Cost	0.00
Revenue	791297.29
CM Cost	43029.99
Bonus Revenue	87.88
Added CAPEX	0.00

Lampiran 13 – Data Tipe Failure dan Hasil Simulasi Tahapan Pertama dan Kedua Tahun 2029

2029							
		Type Failure	Probability	Fixed Cost	Var Cost /day	Mean Repair Time	Deviation Repair Time
		1.00	0.21	11406.09	1425.76	2.00	0.40
		2.00	0.16	4562.43	712.88	3.00	0.50
		3.00	0.22	0.00	4277.28	3.00	0.20
		4.00	0.22	449.11	3136.67	5.00	0.40
		5.00	0.19	5703.04	0.00	2.00	0.50

	Failure	Start to Fail	Repair Time	End of Fail	Type of Failure	Fixed Corrective Cost	Var Corrective Cost
		0.00					
1.00	59.74	59.74	2.02	61.76	1.00	11406.09	2880.16
2.00	44.99	104.73	2.71	107.44	2.00	3200.00	1354.95
3.00	43.09	147.82	2.09	149.91	1.00	8000.00	2092.82
4.00	55.48	203.30	3.05	206.36	3.00	0.00	9161.99
5.00	55.52	258.82	4.69	263.51	4.00	315.00	10313.44
6.00	50.30	309.12	1.99	311.11	1.00	8000.00	1986.94
0.00	63.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	52.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	49.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	43.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	52.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	<i>Failure</i>	<i>Start to Fail</i>	<i>Repair Time</i>	<i>End of Fail</i>	<i>Type of Failure</i>	<i>Fixed Corrective Cost</i>	<i>Var Corrective Cost</i>
0.00	41.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	38.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	37.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	42.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	53.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	50.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	60.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	40.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	62.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	60.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	46.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	48.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	57.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	60.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	57.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.00			16.55			30921.09	27790.30

Operation Time	348.45
<i>PM Time</i>	0.00
Hari Harus Available	350.00
Operation Cost	285224.73
Penalty Cost	4557.37
Revenue	815036.21
CM Cost	58711.38
Bonus Revenue	0.00
Added CAPEX	0.00

Lampiran 14 – Data Tipe Failure dan Hasil Simulasi Tahapan Pertama dan Kedua Tahun 2030

2030							
		Tipe Failure	Probability	Fixed Cost	Var Cost /day	Mean Repair Time	Deviation Repair Time
		1.00	0.19	11748.27	1468.53	2.00	0.40
		2.00	0.23	4699.31	734.27	3.00	0.50
		3.00	0.23	0.00	4405.60	3.00	0.20
		4.00	0.20	462.59	3230.77	5.00	0.40
		5.00	0.14	5874.13	0.00	2.00	0.50

	Failure	Start to Fail	Repair Time	End of Fail	Type of Failure	Fixed Corrective Cost	Var Corrective Cost
		0.00					
1.00	59.25	59.25	2.15	61.40	5.00	5874.13	0.00
2.00	42.23	101.48	5.44	106.92	4.00	315.00	11968.80
3.00	43.21	144.69	3.18	147.87	3.00	0.00	9549.98
4.00	43.58	188.27	1.51	189.78	5.00	4000.00	0.00
5.00	54.08	242.35	3.70	246.05	2.00	3200.00	1852.25
6.00	47.66	290.01	4.77	294.78	4.00	315.00	10489.89
7.00	65.34	355.35	1.51	356.87	1.00	8000.00	1514.35
0.00	46.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	43.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	68.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	46.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	<i>Failure</i>	<i>Start to Fail</i>	<i>Repair Time</i>	<i>End of Fail</i>	<i>Type of Failure</i>	<i>Fixed Corrective Cost</i>	<i>Var Corrective Cost</i>
0.00	46.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	62.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	40.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	59.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	41.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	48.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	46.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	61.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	55.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	35.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	50.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	47.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	42.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	62.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	47.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7.00			22.27			21704.13	35375.27

Operation Time	324.71
<i>PM Time</i>	18.02
Hari Harus Available	331.98
Operation Cost	275831.61
Penalty Cost	21990.42
Revenue	839487.30
CM Cost	57079.40
Bonus Revenue	0.00
Added CAPEX	2000.00

Lampiran 15 – Data Tipe Failure dan Hasil Simulasi Tahapan Pertama dan Kedua Tahun 2031

2031							
		Tipe Failure	Probability	Fixed Cost	Var Cost /day	<i>Mean Repair Time</i>	<i>Deviation Repair Time</i>
		1.00	0.24	12100.72	1512.59	2.00	0.40
		2.00	0.19	4840.29	756.29	3.00	0.50
		3.00	0.20	0.00	4537.77	3.00	0.20
		4.00	0.14	476.47	3327.70	5.00	0.40
		5.00	0.24	6050.36	0.00	2.00	0.50

	<i>Failure</i>	<i>Start to Fail</i>	<i>Repair Time</i>	<i>End of Fail</i>	<i>Type of Failure</i>	<i>Fixed Corrective Cost</i>	<i>Var Corrective Cost</i>
		0.00					
1.00	41.43	41.43	2.80	44.23	3.00	0.00	12714.89
2.00	58.55	99.98	5.32	105.30	4.00	315.00	11695.82
3.00	39.78	139.76	2.24	142.00	5.00	4000.00	0.00
4.00	56.63	196.39	5.69	202.08	4.00	315.00	12527.63
5.00	55.98	252.37	3.32	255.69	3.00	0.00	9961.30
6.00	57.03	309.40	3.49	312.90	2.00	3200.00	1746.82
7.00	55.13	364.53	2.02	366.55	1.00	8000.00	2019.03
0.00	45.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	46.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	73.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	47.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	<i>Failure</i>	<i>Start to Fail</i>	<i>Repair Time</i>	<i>End of Fail</i>	<i>Type of Failure</i>	<i>Fixed Corrective Cost</i>	<i>Var Corrective Cost</i>
0.00	42.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	48.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	53.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	45.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	55.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	48.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	37.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	52.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	51.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	51.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	54.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	56.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	39.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	41.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	50.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7.00			24.88			15830.00	50665.51

Operation Time	340.12
<i>PM Time</i>	0.00
Hari Harus Available	350.00
Operation Cost	296104.67
Penalty Cost	30795.90
Revenue	864671.92
CM Cost	66495.51
Bonus Revenue	0.00
Added CAPEX	1000.00

Lampiran 16 – Data Tipe Failure dan Hasil Simulasi Tahapan Pertama dan Kedua Tahun 2032

2032							
		Tipe Failure	Probability	Fixed Cost	Var Cost /day	Mean Repair Time	Deviation Repair Time
		1.00	0.18	12463.74	1557.97	2.00	0.40
		2.00	0.20	4985.50	778.98	3.00	0.50
		3.00	0.24	0.00	4673.90	3.00	0.20
		4.00	0.22	490.76	3427.53	5.00	0.40
		5.00	0.16	6231.87	0.00	2.00	0.50

	Failure	Start to Fail	Repair Time	End of Fail	Type of Failure	Fixed Corrective Cost	Var Corrective Cost
		0.00					
1.00	54.00	54.00	2.31	56.31	5.00	6231.87	0.00
2.00	59.34	113.35	1.55	114.90	1.00	8000.00	1553.79
3.00	42.01	155.36	1.98	157.34	1.00	8000.00	1982.43
4.00	58.71	214.06	1.88	215.94	2.00	3200.00	938.22
5.00	33.55	247.61	2.98	250.60	3.00	0.00	8946.60
6.00	60.70	308.32	3.14	311.46	2.00	3200.00	1569.13
7.00	43.48	351.80	3.00	354.80	3.00	0.00	9008.08
0.00	54.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	41.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	49.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	50.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	<i>Failure</i>	<i>Start to Fail</i>	<i>Repair Time</i>	<i>End of Fail</i>	<i>Type of Failure</i>	<i>Fixed Corrective Cost</i>	<i>Var Corrective Cost</i>
0.00	43.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	47.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	39.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	48.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	53.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	53.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	38.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	44.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	46.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	58.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	39.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	59.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	44.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	46.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	46.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7.00			16.84			28631.87	23998.25

Operation Time	331.07
<i>PM Time</i>	17.08
Hari Harus Available	332.92
Operation Cost	297732.37
Penalty Cost	5917.20
Revenue	890612.07
CM Cost	52630.12
Bonus Revenue	0.00
Added CAPEX	2000.00

Lampiran 17 – Data Tipe Failure dan Hasil Simulasi Tahapan Pertama dan Kedua Tahun 2033

2033							
		Tipe Failure	Probability	Fixed Cost	Var Cost /day	Mean Repair Time	Deviation Repair Time
		1.00	0.20	12837.65	1604.71	2.00	0.40
		2.00	0.19	5135.06	802.35	3.00	0.50
		3.00	0.19	0.00	4814.12	3.00	0.20
		4.00	0.20	505.48	3530.35	5.00	0.40
		5.00	0.22	6418.83	0.00	2.00	0.50

	Failure	Start to Fail	Repair Time	End of Fail	Type of Failure	Fixed Corrective Cost	Var Corrective Cost
		0.00					
1.00	50.72	50.72	2.27	52.99	5.00	6418.83	0.00
2.00	49.04	99.76	3.26	103.02	3.00	0.00	9769.57
3.00	50.39	150.15	3.57	153.71	2.00	3200.00	1784.22
4.00	35.86	186.00	1.47	187.47	5.00	4000.00	0.00
5.00	52.75	238.75	1.64	240.39	5.00	4000.00	0.00
6.00	50.33	289.08	1.75	290.83	1.00	8000.00	1746.19
7.00	55.07	344.15	2.12	346.27	5.00	4000.00	0.00
0.00	43.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	55.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	52.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	48.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	<i>Failure</i>	<i>Start to Fail</i>	<i>Repair Time</i>	<i>End of Fail</i>	<i>Type of Failure</i>	<i>Fixed Corrective Cost</i>	<i>Var Corrective Cost</i>
0.00	41.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	29.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	52.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	41.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	38.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	48.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	30.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	23.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	35.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	44.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	61.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	58.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	48.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	32.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	57.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7.00			16.07			29618.83	13299.98

Operation Time	348.93
<i>PM Time</i>	0.00
Hari Harus Available	350.00
Operation Cost	321419.37
Penalty Cost	3543.68
Revenue	917330.44
CM Cost	42918.81
Bonus Revenue	0.00
Added CAPEX	2000.00

Lampiran 18 – Data Tipe Failure dan Hasil Simulasi Tahapan Pertama dan Kedua Tahun 2034

2034							
		Tipe Failure	Probability	Fixed Cost	Var Cost /day	Mean Repair Time	Deviation Repair Time
		1.00	0.20	13222.78	1652.85	2.00	0.40
		2.00	0.22	5289.11	826.42	3.00	0.50
		3.00	0.18	0.00	4958.54	3.00	0.20
		4.00	0.22	520.65	3636.26	5.00	0.40
		5.00	0.18	6611.39	0.00	2.00	0.50

	Failure	Start to Fail	Repair Time	End of Fail	Type of Failure	Fixed Corrective Cost	Var Corrective Cost
		0.00					
1.00	47.51	47.51	4.08	51.58	4.00	520.65	14818.42
2.00	46.25	93.75	1.84	95.59	1.00	8000.00	1838.70
3.00	63.58	157.33	3.86	161.18	2.00	3200.00	1928.16
4.00	41.23	198.56	2.20	200.76	2.00	3200.00	1101.18
5.00	51.35	249.91	4.69	254.60	4.00	315.00	10322.52
6.00	56.14	306.05	2.74	308.79	1.00	8000.00	2740.04
7.00	57.18	363.23	3.01	366.25	3.00	0.00	9041.87
0.00	34.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	54.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	49.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	46.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	<i>Failure</i>	<i>Start to Fail</i>	<i>Repair Time</i>	<i>End of Fail</i>	<i>Type of Failure</i>	<i>Fixed Corrective Cost</i>	<i>Var Corrective Cost</i>
0.00	48.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	30.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	40.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	54.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	48.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	33.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	46.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	34.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	47.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	54.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	50.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	59.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	30.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	44.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	35.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7.00			22.42			23235.65	41790.89

Operation Time	325.28
<i>PM Time</i>	17.30
Hari Harus Available	332.70
Operation Cost	310935.68
Penalty Cost	25259.37
Revenue	944850.35
CM Cost	65026.53
Bonus Revenue	0.00
Added CAPEX	0.00

Lampiran 19 – Data Tipe Failure dan Hasil Simulasi Tahapan Pertama dan Kedua Tahun 2035

2035							
		Tipe Failure	Probability	Fixed Cost	Var Cost /day	Mean Repair Time	Deviation Repair Time
		1.00	0.16	13619.46	1702.43	2.00	0.40
		2.00	0.18	5447.79	851.22	3.00	0.50
		3.00	0.20	0.00	5107.30	3.00	0.20
		4.00	0.20	536.27	3745.35	5.00	0.40
		5.00	0.26	6809.73	0.00	2.00	0.50

	Failure	Start to Fail	Repair Time	End of Fail	Type of Failure	Fixed Corrective Cost	Var Corrective Cost
		0.00					
1.00	62.36	62.36	5.07	67.43	4.00	536.27	18988.31
2.00	47.73	110.09	5.47	115.56	4.00	315.00	12025.08
3.00	47.96	158.05	2.93	160.98	2.00	3200.00	1465.66
4.00	49.56	207.61	5.08	212.69	4.00	315.00	11175.18
5.00	39.23	246.84	3.72	250.56	2.00	3200.00	1862.08
6.00	34.77	281.61	1.88	283.49	2.00	3200.00	941.92
7.00	53.09	334.69	5.37	340.06	4.00	315.00	11809.99
0.00	36.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	60.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	34.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	54.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	<i>Failure</i>	<i>Start to Fail</i>	<i>Repair Time</i>	<i>End of Fail</i>	<i>Type of Failure</i>	<i>Fixed Corrective Cost</i>	<i>Var Corrective Cost</i>
0.00	42.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	44.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	29.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	42.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	34.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	54.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	43.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	40.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	45.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	40.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	61.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	35.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	53.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	47.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	44.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7.00			29.52			11081.27	58268.22

Operation Time	335.48
<i>PM Time</i>	0.00
Hari Harus Available	350.00
Operation Cost	329200.68
Penalty Cost	50931.99
Revenue	973195.86
CM Cost	69349.48
Bonus Revenue	0.00
Added CAPEX	0.00

Lampiran 20 – Data Tipe Failure dan Hasil Simulasi Tahapan Pertama dan Kedua Tahun 2036

2036							
		Tipe Failure	Probability	Fixed Cost	Var Cost /day	<i>Mean Repair Time</i>	<i>Deviation Repair Time</i>
		1.00	0.20	14028.05	1753.51	2.00	0.40
		2.00	0.20	5611.22	876.75	3.00	0.50
		3.00	0.24	0.00	5260.52	3.00	0.20
		4.00	0.19	552.35	3857.71	5.00	0.40
		5.00	0.17	7014.02	0.00	2.00	0.50

	<i>Failure</i>	<i>Start to Fail</i>	<i>Repair Time</i>	<i>End of Fail</i>	<i>Type of Failure</i>	<i>Fixed Corrective Cost</i>	<i>Var Corrective Cost</i>
		0.00					
1.00	47.67	47.67	5.56	53.23	4.00	552.35	21450.42
2.00	27.91	75.58	2.69	78.27	3.00	0.00	8068.30
3.00	51.32	126.90	3.01	129.91	3.00	0.00	9036.76
4.00	45.05	171.95	1.84	173.79	1.00	8000.00	1842.03
5.00	52.76	224.71	3.06	227.77	3.00	0.00	9174.53
6.00	44.48	269.19	5.05	274.24	4.00	315.00	11109.59
7.00	53.45	322.64	2.56	325.20	3.00	0.00	7670.60
0.00	55.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	44.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	60.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	51.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	42.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	<i>Failure</i>	<i>Start to Fail</i>	<i>Repair Time</i>	<i>End of Fail</i>	<i>Type of Failure</i>	<i>Fixed Corrective Cost</i>	<i>Var Corrective Cost</i>
0.00	26.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	44.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	40.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	46.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	27.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	31.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	46.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	61.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	47.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	39.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	41.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	49.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	41.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	49.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7.00			23.77			8867.35	68352.23

Operation Time	324.36
<i>PM Time</i>	16.87
Hari Harus Available	333.13
Operation Cost	329035.73
Penalty Cost	31675.47
Revenue	1002391.74
CM Cost	77219.59
Bonus Revenue	0.00
Added CAPEX	0.00

Lampiran 21 – Laporan Laba Rugi

Deskripsi	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Pendapatan											
Revenue		571650.00	588799.50	606463.49	624657.39	643397.11	662699.02	682580.00	703057.40	724149.12	745873.59
Bonus		0.00	7069.11	14104.69	0.00	0.00	19917.82	0.00	0.00	0.00	0.00
Penjualan Aset											
Total Revenue	0.00	571650.00	595868.61	620568.18	624657.39	643397.11	682616.85	682580.00	703057.40	724149.12	745873.59
OPEX											
PM Cost		0.00	2121.80	0.00	2251.02	0.00		0.00	2533.54	0.00	2687.83
Operation Cost		192555.34	198460.17	214492.23	210068.98	223740.92		237395.02	232293.00	252502.01	249777.98
CM Cost		38191.58	40852.64	36324.44	33871.22	51998.73	39541.30	54246.95	59035.67	61363.94	33209.10
Biaya Lain-lain											
Penalty Cost		2278.64	0.00	0.00	241.93	9270.10		9721.52	15822.46	7715.03	3515.08
Total Cost	0.00	233025.56	241434.61	250816.67	246433.15	285009.75	39541.30	301363.50	309684.68	321580.98	289189.99
Depresiasi Investasi Tahun 2016		1900000.00	1800000.00	1700000.00	1600000.00	1500000.00	1400000.00	1300000.00	1200000.00	1100000.00	1000000.00
Depresiasi Investasi Tahun 2017			2850.00	2700.00	2550.00	2400.00	2250.00	2100.00	1950.00	1800.00	1650.00
Depresiasi Investasi Tahun 2018				3800.00	3600.00	3400.00	3200.00	3000.00	2800.00	2600.00	2400.00
Depresiasi Investasi Tahun 2020						1900.00	1800.00	1700.00	1600.00	1500.00	1400.00
Depresiasi Investasi Tahun 2021							5700.00	5400.00	5100.00	4800.00	4500.00
Depresiasi Investasi Tahun 2022								6650.00	6300.00	5950.00	5600.00
Depresiasi Investasi Tahun 2023											
Depresiasi Investasi Tahun 2030											
Depresiasi Investasi Tahun 2031											
Depresiasi Investasi Tahun 2032											
Depresiasi Investasi Tahun 2033											
Total Depresiasi	0.00	1900000.00	1802850.00	1706500.00	1606150.00	1507700.00	1412950.00	1318850.00	1217750.00	1116650.00	1015550.00
Earnings Before Taxes	0.00	-1523183.98	-1407563.36	-1300424.06	-1194054.54	-1097313.91	-730333.15	-883386.55	-765341.61	-652717.92	-525657.31
Tax	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Earnings After Taxes (Net Income)	0.00	-1523183.98	-1407563.36	-1300424.06	-1194054.54	-1097313.91	-730333.15	-883386.55	-765341.61	-652717.92	-525657.31

Deskripsi	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Pendapatan		3344.83	16332.43	13232.75	16018.29	10279.31	49454.67	9951.26	34494.16	31675.47
Revenue	768249.80	40822.27	63791.32	49739.94	52833.24	57078.92	82983.04	62194.44	61611.13	77219.59
Bonus	0.00									
Penjualan Aset										15000.00
Total Revenue	768249.80	40822.27	63791.32	49739.94	52833.24	57078.92	82983.04	62194.44	61611.13	92219.59
OPEX										
PM Cost	0.00	2851.52	0.00	3025.18	0.00	3209.41	0.00	3404.87	0.00	3612.22
Operation Cost	265722.28	264940.63	282280.97	278401.83	299799.07	296688.07	309941.62	315031.32	333310.14	329035.73
CM Cost	49467.02	40822.27	63791.32	49739.94	52833.24	57078.92	82983.04	62194.44	61611.13	77219.59
Biaya Lain-lain										
Penalty Cost	16813.31	3344.83	16332.43	13232.75	16018.29	10279.31	49454.67	9951.26	34494.16	31675.47
Total Cost	332002.61	311959.25	362404.71	344399.71	368650.60	367255.71	442379.33	390581.88	429415.43	441543.02
Depresiasi Investasi Tahun 2016	900000.00	800000.00	700000.00	600000.00	500000.00	400000.00	300000.00	200000.00	100000.00	0.00
Depresiasi Investasi Tahun 2017	1500.00	1350.00	1200.00	1050.00	900.00	750.00	600.00	450.00	300.00	150.00
Depresiasi Investasi Tahun 2018	2200.00	2000.00	1800.00	1600.00	1400.00	1200.00	1000.00	800.00	600.00	400.00
Depresiasi Investasi Tahun 2020	1300.00	1200.00	1100.00	1000.00	900.00	800.00	700.00	600.00	500.00	400.00
Depresiasi Investasi Tahun 2021	4200.00	3900.00	3600.00	3300.00	3000.00	2700.00	2400.00	2100.00	1800.00	1500.00
Depresiasi Investasi Tahun 2022	5250.00	4900.00	4550.00	4200.00	3850.00	3500.00	3150.00	2800.00	2450.00	2100.00
Depresiasi Investasi Tahun 2023	9500.00	9000.00	8500.00	8000.00	7500.00	7000.00	6500.00	6000.00	5500.00	5000.00
Depresiasi Investasi Tahun 2030					1900.00	1800.00	1700.00	1600.00	1500.00	1400.00
Depresiasi Investasi Tahun 2031						950.00	900.00	850.00	800.00	750.00
Depresiasi Investasi Tahun 2032							1900.00	1800.00	1700.00	1600.00
Depresiasi Investasi Tahun 2033								1900.00	1800.00	1700.00
Total Depresiasi	923950.00	822350.00	720750.00	619150.00	519450.00	418700.00	318850.00	218900.00	116950.00	15000.00
Earnings Before Taxes	-438235.79	-1052664.72	-955572.08	-864069.82	-782434.13	-671797.88	-595263.24	-485092.99	-423143.17	-302103.84
Tax	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Earnings After Taxes (Net Income)	-438235.79	-1052664.72	-955572.08	-864069.82	-782434.13	-671797.88	-595263.24	-485092.99	-423143.17	-302103.84

Lampiran 22 – Free Cash Flow

Deskripsi	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Net Income	0.00	-1523183.98	-1407563.36	-1300424.06	-1194054.54	-1097313.91	-730333.15	-883386.55	-765341.61	-652717.92	-525657.31
Depresiasi	0.00	1900000.00	1802850.00	1706500.00	1606150.00	1507700.00	1412950.00	1318850.00	1217750.00	1116650.00	1015550.00
Inflow	0.00	376816.02	395286.64	406075.94	412095.46	410386.09	682616.85	435463.45	452408.39	463932.08	489892.69
Investasi	2000000.00	3000.00	4000.00	0.00	2000.00	6000.00	7000.00	0.00	0.00	0.00	10000.00
Outflow	2000000.00	3000.00	4000.00	0.00	2000.00	6000.00	7000.00	0.00	0.00	0.00	10000.00
Total Net Cash Flow	-2000000.00	373816.02	391286.64	406075.94	410095.46	404386.09	675616.85	435463.45	452408.39	463932.08	479892.69
Accumulated Net Cash Flow	-2000000.00	-1626183.98	-1234897.34	-828821.40	-418725.94	-14339.85	661277.00	1096740.45	1549148.84	2013080.92	2492973.61
Discounted Net Cash Flow 15%	-2000000.00	325057.41	295868.91	267001.52	234473.41	201051.36	292087.81	163706.84	147893.10	131878.45	118622.13
Accumulated Discounted Net Cash Flow	-2000000.00	-1674942.59	-1379073.68	-1112072.15	-877598.74	-676547.39	-384459.58	-220752.74	-72859.63	59018.82	177640.95

Deskripsi	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Net Income	-438235.79	-1052664.72	-955572.08	-864069.82	-782434.13	-671797.88	-595263.24	-485092.99	-423143.17	-302103.84
Depresiasi	923950.00	822350.00	720750.00	619150.00	519450.00	418700.00	318850.00	218900.00	116950.00	15000.00
Inflow	485714.21	-230314.72	-234822.08	-244919.82	-262984.13	-253097.88	-276413.24	-266192.99	-306193.17	-287103.84
Investasi	0.00	0.00	0.00	2000.00	1000.00	2000.00	2000.00	0.00	0.00	0.00
Outflow	0.00	0.00	0.00	2000.00	1000.00	2000.00	2000.00	0.00	0.00	0.00
Total Net Cash Flow	485714.21	-230314.72	-234822.08	-246919.82	-263984.13	-255097.88	-278413.24	-266192.99	-306193.17	-287103.84
Accumulated Net Cash Flow	2978687.82	2748373.11	2513551.03	2266631.20	2002647.08	1747549.20	1469135.96	1202942.96	896749.79	609645.95
Discounted Net Cash Flow 15%	104400.98	-43047.47	-38165.15	-34896.85	-32442.19	-27260.98	-25871.80	-21509.76	-21514.76	-17542.12
Accumulated Discounted Net Cash Flow	282041.93	238994.46	200829.31	165932.46	133490.27	106229.29	80357.50	58847.74	37332.98	19790.85

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini terdiri dari kesimpulan dari penelitian dan pengembangan konsep berdasarkan hasil analisa dan perhitungan. Selain itu, bab ini berisi saran untuk pengembangan model terkait kepemilikan aset, di masa yang akan datang

6.1 Kesimpulan

Melalui penelitian ini, berhasil dikembangkan sebuah konsep atau model penilaian akuisisi aset yang baru yaitu Model Integrasi MORI. Kelebihan dari model ini dapat mengakomodasi keterkaitan yang ada di dalam komponen-komponen penyusun analisa ekonominya, baik antar biaya itu sendiri, maupun antara biaya dengan *revenue*. Selain itu, model ini dapat mengakomodasi adanya *uncertainty* pada *input-inputnya*.

Model Integrasi MORI ini ditujukan untuk analisa akuisisi *Reliability Based Assets*. Pada *Reliability Based Assets*, terjadinya *failure* sangat dihindari karena akan sangat mempengaruhi *revenue*. Semakin sering *failure* terjadi maka *revenue* yang dihasilkan pun akan lebih kecil dan sebaliknya. Hal ini disebabkan karena jika tingkat *failure* dari suatu aset tinggi, maka *availability* yang dapat diberikan oleh aset tersebut akan semakin rendah. Sementara, *revenue* yang dapat diberikan kepada pemilik aset menyesuaikan tingkat *availabilitynya*. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa semakin rendah tingkat *availability*, semakin rendah *revenue* yang diperoleh. Sehingga apabila suatu pihak ingin melakukan akuisisi *Reliability Based Assets*, aspek *failure* harus menjadi perhatian utama, karena dampak yang ditimbulkan dari aspek tersebut sangat besar terhadap *benefit* yang akan diterima oleh pihak tersebut.

Tahapan-tahapan yang dilakukan pada Model Integrasi MORI ini diawali dengan melakukan perhitungan-perhitungan biaya *preventive*, biaya *corrective*, dan waktu operasi. Setelah itu dilakukan perhitungan biaya operasi dan *revenue*, di mana perhitungan ini dipengaruhi oleh hasil perhitungan tahapan pertama. Setelah didapatkan biaya *preventive*, biaya *corrective*, biaya operasi, biaya investasi dan *revenue*, selanjutnya dibuat laporan laba rugi. Laporan laba rugi ini

akan digunakan untuk mendapatkan *net income* yang digunakan sebagai input *free cash flow*. Setelah dibuat *free cash flow*, akan dapat dihitung NPV sebagai dasar dalam pengambilan keputusan.

6.2 Saran

Berikut saran untuk penelitian mengenai penilaian kepemilikan aset selanjutnya:

1. Perlu dipertimbangkan dalam model mengenai pengaruh *preventive maintenance interval* terhadap tingkat kerusakan aset (*time to failure*).
2. Dapat dikembangkan sebuah model yang dapat mengakomodasi komponen-komponen yang saling berhubungan satu dengan yang lainnya, baik seri maupun paralel.

DAFTAR PUSTAKA

- 12manage (2016) *Total Cost of Ownership Knowledge Center*, [Online], Available: http://www.12manage.com/methods_tco.html [1 July 2016].
- Bierma, T. and Waterstraat, F. (2004) 'Total Cost of Ownership For Metalworking Fluids', April.
- Davis, R. (2014) 'An Introduction to Asset Management'.
- de Jong, G., Kouwenhoven, M., Bucci, P., Geurs, K. and Tuinenga, J.G. (n.d) 'The impact of fixed and variable costs on household car ownership', *Journal of Choice Modelling*, vol. 2, no. 2, pp. 173-199.
- Ellram, L. (1993) 'Total Cost of Ownership: Elements and Implementation'.
- Pujawan, I.N. (2009) *Ekonomi Teknik*, Surabaya: Guna Widya.
- Raghavan, S. and Chowdhury, B. (2012) 'Developing Life Cycle Management Plans For Power Plant Components', *North American Power Symposium (NAPS)*, September, pp. 1-6.
- Rao, T. (2006) *Accounting and Financial Management for BCA & MCA*, New Delhi: New Age International.
- Thuesen, G.J. and Fabrycky, W.J. (1989) *Engineering Economy*, 9th edition, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Yangwen, L., Tremblay, J.-M. and Cirillo, C. (2014) 'An integrated model for discrete and continuous decisions with application to vehicle ownership, type and usage choices', *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, vol. 69, November, pp. 315-328.

BIOGRAFI PENULIS



Penulis yang memiliki nama Deo Denada Wollah merupakan mahasiswa aktif jurusan Teknik Industri ITS sejak tahun 2012 hingga tahun 2016. Penulis merupakan putra pertama dari dua bersaudara dari Andri Wollah dan Linda Sumual. Pendidikan formal yang telah

ditempuh oleh penulis adalah SD Aletheia Mataram, SD Santo Yosef Surabaya, SMP Santo Yosef Surabaya, SMA Kr. Petra 1 Surabaya hingga Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Pada tahun 2015, penulis diberi kesempatan untuk menjadi asisten dari Laboratorium Komputasi dan Optimasi Industri Jurusan Teknik Industri ITS. Selama masa kerja, penulis pernah menjadi asisten mata kuliah Statistik Industri I dan II, *Operational Research* I dan II, serta Simulasi Sistem Industri. Selain itu, penulis juga pernah menjadi *trainer* untuk *software* MATLAB pada tahun 2015. Penulis dapat dihubungi melalui email deodenada@gmail.com untuk mendapatkan informasi lebih lanjut.